



TUGAS AKHIR - SB141510

**PENGARUH HABITAT TERMODIFIKASI
PERIMETER TRAP CROP MENGGUNAKAN
INSECTARY PLANT PADA LAHAN TEMBAKAU
(*Nicotiana tabacum* L), TERHADAP
KOMUNITAS ARTHROPODA MUSUH ALAMI**

**WILDAN CAHYO WURIYANTO
NRP. 1510 100 017**

**Dosen Pembimbing
Indah Trisnawati D.T., S.Si, M.Si, Ph.D**

**Jurusan Biologi
Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2015**



FINAL PROJECT - SB141510

**THE EFFECT OF MODIFIED PERIMETER TRAP
CROP HABITAT USING INSECTARY PLANT ON
TOBACCO (*Nicotiana tabacum* L) FIELD, ON
COMMUNITIES OF NATURAL ENEMY
ARTHROPODS**

**WILDAN CAHYO WURIYANTO
NRP. 1510 100 017**

**Advisor Lecturer
Indah Trisnawati D.T., S.Si, M.Si, Ph.D**

**Biology Department
Faculty of Mathematic and Natural Science
Sepuluh Nopember of Institute Technology
Surabaya 2015**

HALAMAN PENGESAHAN

Proposal Tugas Akhir

**Pengaruh Habitat Termodifikasi Perimeter Trap Crop
Menggunakan *Insectary Plant* Pada lahan Tembakau
Nicotiana tabacum L, terhadap Komunitas Arthropoda
Musuh Alami**

Oleh :
Wildan Cahyo Wuriyanto
NRP. 1510 100 017

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir
Indah Trisnawati D.T., M.Si., Ph.D. (Pembimbing 1)

Surabaya, 23 Januari 2015
Mengetahui

Ketua Jurusan Biologi



Dr. Renat, Ir. Maya Shovitri, M.Si
NIDN 19690907 199803 2 001

Pengaruh Habitat Termodifikasi Perimeter Trap Crop Menggunakan *Insectary Plant* Pada lahan Tembakau *Nicotiana tabacum* L, terhadap Komunitas Arthropoda Musuh Alami

Nama Mahasiswa : Wildan Cahyo Wuriyanto
NRP : 1510 100 017
Jurusan : Biologi
Dosen Pembimbing : Indah Trisnawati D. T., M.Si., Ph.D

Abstract

Arthropoda Musuh alami merupakan organisme yang ditemukan di alam yang dapat membunuh serangga sekaligus, melemahkan serangga, sehingga dapat mengakibatkan kematian pada serangga hama.

*Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui komposisi, kelimpahan dan tingkat keanekaragaman Arthropoda musuh alami pada modifikasi habitat lahan tembakau *Nicotiana tabacum* L. menggunakan *insectary plant* *Helianthus annuus*, serta tren kelimpahan musuh alami terhadap herbivora*

*Metode yang digunakan yaitu dengan modifikasi habitat lahan tembakau menggunakan *insectary plant* *Helianthus annuus* membentuk perimeter mengelilingi main crop tanaman tembakau. Parameter yang dianalisa yakni kelimpahan, keanekaragaman spesies, kesamaan komunitas Morisita-Horn serta tren kelimpahan arthropoda musuh alami dengan herbivora.*

Indeks Shannon - wiener nilai keanekaragaman di kedua lahan pada setiap fase pertumbuhan tembakau adalah tergolong tinggi. Sedangkan Indeks kesamaan komunitas Morishita Horn antara kedua Lahan pada fase vegetatif, fase generatif, fase reproduktif didapatkan nilai indeks kesamaan komunitas mendekati 1 berarti komunitas tersebut mempunyai kemiripan spesies yang sama.

Berdasarkan analisis statistika tren kelimpahan musuh alami (Predator dan Parasitoid) terhadap herbivora, modifikasi habitat memiliki pengaruh yang signifikan terhadap Predator dan Herbivora pada lahan Trop crop (Pearson 0.510 dan P Value 0.004), sedangkan terhadap Predator dan Herbivora pada lahan Kontrol serta Parasitoid dan Herbivora pada lahan Trap Crop dan Kontrol menunjukkan nilai yang kurang signifikan.

Kata kunci: Arthropoda Musuh Alami, tanaman tembakau, insectary plant Helianthus annuus, Predator, Parasitoid

***The Effect of Modified Perimeter Trap Crop Habitat
Using Insectary Plant on Tobacco *Nicotiana tabacum* L Field,
on Communities of Natural Enemy Arthropods***

Name : Wildan Cahyo Wuriyanto
NRP : 1510 100 017
Department : Biology
Advisor Lecturer : Indah Trisnawati D. T., M.Si., Ph.D

Abstract

Natural enemies Arthropod is an organism found in nature that can kill insects at once, weakens the insects, which can lead to death in pest insects.

*This study aims to determine the composition, abundance and diversity of arthropods level of natural enemies on land habitat modification *Nicotiana tabacum* L. tobacco use insectary plant *Helianthus annuus*, and trends abundance of natural enemies against herbivores*

*The method used is a modification of wetland habitat tobacco use insectary plant *Helianthus annuus* formed around the perimeter of the main crop of tobacco plants. Parameters analyzed the abundance, species diversity, community similarity Morisita-Horn and abundance trends with herbivorous arthropod natural enemies.*

Shannon - wiener Index diversity in both land value at every phase of growth of tobacco is relatively high. While Morisita Horn community similarity index between the two of Land in the vegetative phase, the generative phase, reproductive phase obtained index value close to 1 it's means the community and the similarities almost have the same species.

Based on a statistical analysis of trends abundance of natural enemies (predators and parasitoids) against herbivores, habitat modification has a significant effect on predators and herbivores on Trap crop land (Pearson 0.510 and P Value 0.004), whereas against predators and herbivores on land control and

parasitoids and herbivore on land Trap Crop and Control showed a less significant value.

Keywords: Natural Enemies Arthropod, tobacco plants, insectary plant Helianthus annuus, predators, parasitoids

KATA PENGANTAR

Syukur Alhamdulillah kami ucapkan atas limpahan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Proposal Tugas Akhir dengan judul **“Pengaruh Habitat Termodifikasi Perimeter Trap Crop Menggunakan *Insectary Plant* Pada lahan Tembakau *Nicotiana tabacum* L, terhadap Komposisi Arthropoda Musuh Alami”**. Proses penulisan Tugas Akhir ini tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak, oleh karena itu penulis ingin menyampaikan penghargaan dan ucapan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada ayah, ibu, dan adikkku yang senantiasa mendukung dan memberi motivasi serta kasih sayang yang tiada terhingga.

Ucapan terimakasih juga disampaikan pada Ibu Indah Trisnawati D.T., M.Si., Ph.D selaku dosen pembimbing yang senantiasa membimbing penulis dan bersedia meluangkan waktu untuk memberi masukan-masukan dalam penulisan Tugas Akhir ini. Ucapan terimakasih disampaikan juga pada para dosen penguji Bapak Aunurrohin, DEA dan Bapak Dr. Nurul Jadid, M.Sc yang telah bersedia menjadi dosen penguji. Kepada Dr.rer.nat. Ir. Maya Shovitri, M.Si selaku Ketua Jurusan Biologi FMIPA-ITS atas bimbingannya kepada penulis. Seluruh dosen Biologi FMIPA-ITS atas ilmu-ilmu yang bermanfaat yang telah diberikan kepada penulis. Dan terima kasih untuk Farid Kamal M. S.Si, M.Si, selaku dosen dan koordinator Laboratorium Ekologi Biologi FMIPA-ITS yang senantiasa memberikan dukungan dan motivasi untuk terus berkarya, serta teman-teman Laboratorium Ekologi Biologi FMIPA-ITS atas perhatian dan bantuannya. Serta pada teman-teman 2010 Biologi FMIPA-ITS yang memberikan motivasi dan membantu pelaksanaan penelitian kepada penulis.

Surabaya, 23 Januari 2015

Wildan Cahyo Wuriyanto

DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBAR PENGESAHAN	iii
ABSTRACT	vii
KATA PENGANTAR	xi
DAFTAR ISI	xiii
DAFTAR GAMBAR	xvii
DAFTAR TABEL	xix
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan	4
1.4 Batasan Masalah	4
1.5 Manfaat	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Arthropoda	7
2.1.1 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Kehidupan Serangga di Alam	8
2.1.2.1 Faktor Dalam	8
2.1.2.2 Faktor Luar	8
2.2 Tanaman Tembakau <i>Nicotiana tabacum</i> L.	9
2.2.1 Klasifikasi	9
2.2.2 Morfologi	9
2.3 Hubungan Antara Serangga dan Tanaman	11
2.4 Musuh Alami	12
2.5 Arthropoda Predator dan Parasitoid	13
2.5.1 Parasitoid	15
2.5.2 Predator	17
2.5.3 Pengelolaan Habitat untuk Mempertahankan Komunitas Pedator dan Parasitoid : Peran Tanaman Berbunga	19
2.6. Tanaman Bunga Matahari (<i>Helianthus annuus</i> L)	
2.6.1 Klasifikasi Tanaman Bunga Matahari	

<i>(Helianthus annuus L)</i>	21
2.6.2 Penggunaan <i>Helianthus annuus</i> sebagai <i>insectary plant</i>	23
2.7 Pemahaman tentang Pengendalian Hama Terpadu..	24
2.8 <i>Trap Crop</i>	25
2.9 Teori Keanekaragaman.....	29
2.9.1 Indeks Keanekaragaman Spesies Shannon Wiener.....	29
2.9.2 Indeks Kemerataan Jenis (Indeks Evenness) ...	30
2.9.3 Indeks Kesamaan Komunitas Morisita- Horn ...	
 BAB III METODOLOGI	
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	33
3.1.1 Waktu Penelitian.....	33
3.1.2 Tempat Penelitian.....	
3.2 Metode yang digunakan	
3.2.1 Penentuan Lahan.....	33
3.2.2 Pengambilan Sampel Arthropoda.....	35
3.2.3 Pembuatan Spesimen Arthropoda.....	37
3.2.4 Identifikasi Arthropoda.....	38
3.3 Analisa Data	38
3.3.1 Tabel Pengamatan	39
3.3.2 Keanekaragaman Spesies Shannon-Weanner	39
3.3.3 Kemerataan Jenis (Indeks Evenness)	40
3.4.4 Kesamaan Komunitas Morisita-Horn	41
3.5 Analisa Regresi	
 BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1 Komunitas Arthropoda Musuh Alami	43
4.1.1 Komposisi Famili Predator dan Parasitoid...	43
4.1.2 Komposisi Spesies Arthropoda Predator	49
4.1.3 Komposisi Spesies Arthropoda Parasitoid	54
4.1.4 Keanekaragaman Arthropoda Musuh Alami ...	59
4.2 Hubungan Kelimpahan Antara Musuh Alami (Predator dan Parasitoid) dengan Serangga Herbivora	64

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan 67

5.2 Saran 68

DAFTAR PUSTAKA..... 69

LAMPIRAN 77

		Halaman
Tabel 1.	Beberapa percobaan <i>trap crop</i> yang pernah diaplikasikan	28
Tabel 2.	Pengamatan Arthropoda tiap 10 HST ...	39
Tabel 3.	Korelasi Antara Musuh Alami dengan Herbivora	59
Tabel 4.	Nilai keanekaragaman dan pemerataan spesies Arthropoda Predator pada kedua lahan	64
Tabel 5.	Nilai keanekaragaman dan pemerataan spesies Arthropoda Parasitoid pada kedua lahan	65

		Halaman
Tabel 1.	Beberapa percobaan <i>trap crop</i> yang pernah diaplikasikan	28
Tabel 2.	Pengamatan Arthropoda tiap 10 HST ...	39
Tabel 3.	Korelasi Antara Musuh Alami dengan Herbivora	59
Tabel 4.	Nilai keanekaragaman dan pemerataan spesies Arthropoda Predator pada kedua lahan	64
Tabel 5.	Nilai keanekaragaman dan pemerataan spesies Arthropoda Parasitoid pada kedua lahan	65

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Morfologi Tanaman Tembakau	10
Gambar 2. Tanaman Bunga Matahari	22
Gambar 3. Ilustrasi Design Lahan	34
Gambar 4. Lokasi Lahan Tembakau skala 1:89	35
Gambar 5. Sweep Net	36
Gambar 6. Yellow Pan Trap	37
Gambar 7. Komposisi famili Arthropoda Predator pada lahan kontrol dan <i>trap crop</i>	44
Gambar 8. Komposisi famili Arthropoda Parasitoid pada lahan kontrol dan <i>trap crop</i>	45
Gambar 9. Komposisi Famili Arthropoda Predator pada lahan a. modifikasi, b. kontrol	47
Gambar 10. Komposisi Famili Arthropoda Parasitoid pada lahan a. modifikasi, b. kontrol	48
Gambar 11. Komposisi Spesies Arthropoda Predator berdasarkan Jumlah saat fase tembakau a. vegetative, b. generative, c. reproduktif (pemanenan)	50
Gambar 12. Komposisi Spesies Arthropoda Parasitoid berdasarkan Jumlah saat fase tembakau a. vegetative, b. generative, c. reproduktif (pemanenan)	55

DAFTAR PUSTAKA

Amalia, Herma. 2012. **Effectiveness of Fruitflies Pest Management Componen on Chili**. IPB.Bogor

Asbani, N. dan D. Winamo. 2009. **Bioekologi Penyerbukan dan Pembuahan pada Jarak Pagar Andromonoecious**. Jurnal Grivita 31 (1): 12-18.

Barbosa, P. 1998. **Conservation biological control**. Academic Press, San Diego. pp. 396.

Borror, D.j., C.A. Triplehorn, dan N. F. Johnson. 1996. **Pengenalan Pelajaran Serangga**. Penerjemah: Soetiyono Partosoedjono. Edisi Keenam. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta

Brooks S. J. 1988. **Exotic dragonflies in north London**. J. Br. Dragonfly Soc., 4 (1): 9 -12

Costello MJ, Daane KM. 2005. **Day vs night sampling for spiders in grape vineyards**. *Journal of Arachnology* 33:25-32. <http://dx.doi.org/10.1636/H02-52>.

Cowgill, S.E., Wratten, S.D., Sotherton, N.W., 1993. **The selective use of floral resources by the hoverfly *Episyrphus balteatus* (Diptera: Syrphidae) on farmland**. *Annals of Applied Biology* 122: 223–231.

Dennis, S. H. 1994. *Agricultural Entomology*. Timber Press. Oregon.

Departemen Pertanian. 2003. **Kebijakan dan Strategi Nasional Perlindungan Tanaman dan Kesehatan Hewan**. Departemen Pertanian. Jakarta. 140 hlm.

Dudareva, N. and E. Pichersky. 2006. **Biology of Floral Scent**. Taylor & Francis. London.

Effendi, B.S. 2009. **Strategi Pengendalian Hama Terpadu Tanaman Padi Dalam Perspektif Praktek Pertanian Yang Baik (Good Agricultural Practices)**. Jurnal Pengembangan Inovasi Pertanian. 2(1), 2009: 65-78

Godfray, H.C.J. 1994. **Parasitoids: Behavioral and Evolutionary Ecology**. Princeton University Press. Princeton. New Jersey

Grower, Yankee. 2002. **New England Journal for Profitable Horticulture**. Vol. 4, No. 1 Year 2002 p.8-11

Gurr, G.M. 2009. **Prospects for ecological engineering for planthoppers and other arthropod pests in rice. Planthoppers: new threats to the sustainability of intensive rice production systems in Asia**. International Rice Research Institute. Los Baños (Philippines). Pp 371-388

Heinrich, E. A. 1994. **Biology and Management of Rice Insect**. Wiley Eastern Limited. New Delhi.

Hidayah, S.N.I. 2008. **Keanekaragaman dan Aktivitas Capung (Ordo: Odonata) di Kebun Raya Bogor**. Skripsi Program Studi Ilmu Hama dan Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian. Institut Pertanian Bogor.

Hidayat, P. 2009. Perlantan. [http://web.ipb.ac.id/phidayat/perlantan/ kunci %20 bab% 20IV.pdf](http://web.ipb.ac.id/phidayat/perlantan/kunci%20bab%20IV.pdf). [3 April 2013]

Hogg, B. N., R.L. Bugg, and K.M. Daane. 2011. **Attractiveness of common insectary and harvestable floral resources to beneficial insects.** *Journal Biological Control* 56: 76–84.

Joento. 2009. **Ladybird Beetles of Malaysia.** <http://joento-malaysianladybirds.com/2009/06/food-preference-based-ladybird.html>

Jumar. 2000. **Entomologi Pertanian.** Penerbit Rineka Cipta. Jakarta.

Kessler A, IT Baldwin. 2002. **Plant-mediated tritrophic interactions and biological pest control.** *AgBiotechNet* 4:1-7

Khan, Z.R., K. Ampong-Nyarko, P. Chilshwa, A. Hassanali, S. Kimani, W. Lwande, W.A. Overholt, J.A Pickett, L.E. Smart, L.J. Wadhams, and C.M. Woodcock. 1997. **Intercropping increases parasitism of pests.** *Journal Nature (London)* 388:631–632.

Khan, Z.R., C.A.O Midega, N.J. Hutter, R.M. Wilkins, and L.J. Wadhams. 2006. **Assessment of the potential of Napier grass (*Pennisetum purpureum*) varieties as a trap plants for management of *Chilo partellus*.** *Entomologia Experimentalis et Applicata* 119:15–22.

Krebs, J. C. 1989. **Ecology Methodology.** Herper Collins Publisher. New York.

Landis, D.A., S.D. Wratten, and G.M. Gurr. 2000. **Habitat management to conserve natural enemies of arthropod pests in agriculture.** *Annual Review of Entomology* 45:175–201.

Listyanto, 2010. **Budidaya Tanaman Tembakau (*Nicotiana tabacum* L.) Menggunakan pupuk hayati bio P 2000 Z.** PT. Alam Lestari Maju Indonesia

Litsinger JA. 1994. **Cultural, Mechanical, and Physical Control Of Rice Insects.** Di dalam: Heinrichs EA., editor. *Biology and Management of Rice Insects.* Wiley Eastern Limited, India. hlm 549-581.

Lavandero, B., Wratten, S., Shishehbor, P., Worner, S., 2005. **Enhancing the effectiveness of the parasitoid *Diadegma semiclausum* (Helen): movement after use of nectar in the field** *Biological Control* 34: 152–158.

Ludwig J.A, Reynolds J.F. 1988. **Statistical Ecology: a Primer on Methods and Computing.** John Wiley & Sons: New York

Majumdar, A. 2010. Trap Crops for Managing Vegetable Insect Pests. *Timely information Agriculture & Natural Resources.* ALABAMA.

Magguran, Anne. 1991. **Ecological Diversity and its Measurement.** Chapman and Hall. New York.

Moraes C.M, Lewis W.J and Tumlinson H.J. 2000. **Examining Plant - Parasitoid Interactions in Tritrophic Systems.** An. Soc. Entomol. Brasil 29(2).

Nolan, T. 1970. **The Insect of Australia.** Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization. Melbourne University Press, Australia

Odum, E. 1993. **Dasar-Dasar Ekologi.** Penerjemah: Tjahyono Saminginan. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta

Pelawi, Abadi Pramana. 2009. Indeks *Keanekaragaman Jenis Serangga pada Beberapa Ekosistem di Areal Perkebunan PT. Umbul Mas Wisesa Kabupaten Labuhan Batu*. Universitas Sumatera Utara. Medan

Price, 1975. **Insect Ecology**. John Wiley and Sons. Inc New York

Price PW. 1980. **Interactions among three tropic levels: influence of plant on interactions between insect herbivore and natural enemies**. Ann Rev Ecol Sust 11:41-65.

Primasari, N.L. 2010. **Pengaruh Zat Pengatur Tumbuh Indol Acetic Acid (IAA) dan Kinetin pada Kultur jaringan Tembakau (*N. tabacum* var. Prancak N-2)**. *Skripsi*. Program Studi Biologi ITS : Surabaya

Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan. 1995. **Laporan serangan tungro di Jawa tengah. Pusat Penelitian dan Pengembangann Tanaman Pangan**. Bogor. 15 hlm.

Rachmawaty, Devia. 2012. **Keanekaragaman dan Kelimpahan Ordo Orthoptera di Lahan Berbeda**. Universitas Pendidikan Indonesia.

Robinson, Harold. 1975. **The Family Dolichopodidae with Some Related Antillean and Panamanian Species (Diptera)**. Washington: Smithsonian Institution Press.

Schoonhoven, S., L. M. T. Jery and J. J. A. Von Loon. 1998. *Insect-Plant Biology. From Physiology to Evolution 1st Ed*. Campman & Hall. Cambridge.

Schowalter, T.D. 2000. **Insect Ecology: An Ecosystem Approach**. Academic Press. San Diego

Sedgley, M. and A. R. Griffin. 1989. **Sexual Reproduction of Tree Crops**. Academic Pr. London.

Seehausen M., Blackenhagen B. v. 2012. **Pseudagrion microcephalum (Rambur, 1842) und Crocothemis servilia (Drury, 1773) – zwei exotische Libellularten in Hessen** **Libellen in Hes – sen**, 2012: 58 - 72

Sinclair, B.J and Cummming, J.M. 2006 **The morphology, higher-level phylogeny and classification of the Empidoidea (Diptera)**. **Zootaxa**. 1180: 1–172.

Singh, S.R. 1990. **Insect Pest of Tropical Legumes**. New York: John Wiley & Sons.

Siwi, Sri Suharni. 1991. **Kunci Determinasi Serangga**. Kanisius. Yogyakarta

Soegianto, A. 1994. **Ekologi Kuantitatif**. Penerbit Usaha Nasional. Surabaya

Soerianegara, I dan Indrawan, A. 1998. **Ekologi Hutan Indonesia**. Institut Pertanian Bogor.

Sutego, Bambang. 2013. **Modifikasi Habitat Lahan Tembakau (*Nicotiana tabacum* L.) Menggunakan Insectary Plant *Helianthus annuus* Terhadap Komposisi dan Tingkat Keanekaragaman Atrhropoda Herbivora**. Biologi ITS. Surabaya

Sumiarti, 2011., **Hama-hama Pertanian**. Penerbit Kanisius. Yogyakarta.

Thamrin, M dan Asikin, S. 2009. **Pengendalian Hama Walang Sangit (*Leptocoris oratorius* F) di Tingkat Petani Lahan Lebak Kalimantan Selatan**. Balai Penelitian Pertanian Lahan Rawa (Balittra).

Taylor, R.M., and Pfannenstiel, R.S., 2008. **Nectar feeding by wandering spiders on cotton plants.** *Environmental Entomology* 37: 996–1002.

Tjahyadi, N. 1989. **Hama dan Penyakit Tanaman**. Penerbit Kanisius. Yogyakarta.

Tjitrosoepomo, G. 1994. **Taksonomi Tumbuhan**. Gajah Mada University Press. Yogyakarta

Tso, T.C. 1972. **Physiology and Biochemistry of Tobacco Plants**. Dowden, Hutchinson and Ross. Inc: Stroudsburg.

Untung, K. 1993. **Pengantar Pengelolaan Hama Terpadu**. Yogyakarta: UGM Press

Van den Berg, J., C. Midega, L.J. Wadham, Z.R. Khan,. 2000. **Can Vetiver Grass be Used to Manage Insect Pests on Crops?**. School of Environmental Sciences of the Potchefstroom University. South Africa

Vergara, B, S. 1992. **A Farmer's Primer on Growing Rice**. IRRI. Manila

Vet LEM, M Dicke. 1992. **Ecology of infochemical use by natural enemies in a tritropik context.** *Annu Rev Entomol.* 37: 141-172.

Vijay Candra Kapoor, et all. 1987. **Indian Pipunculids (Diptera Pipunculidae : A Comprehensive Monograph)**. Atlantic Publisher& Distri. India

Waterhouse, D.F., Carne, P.B., Numan I.D., 1991. **The Insect of Australia “A Textbook for Student and Research workers”**. Cornell University Press. New York

BIODATA PENULIS



Penulis bernama Wildan Cahyo Wuriyanto, anak pertama dari dua bersaudara. Lahir di Kudus, 29 Februari 1992 dari pasangan Djoko Tjahyo Setiono dan Tut wuri Handayani. Penulis menempuh pendidikan dari mulai sekolah dasar di SDN Sedati Gede 1, SMPN 2 Sidoarjo dan SMAN 1 Gedangan, Sidoarjo. Ketertarikan terhadap segala ilmu pengetahuan terlihat sejak kecil, dengan dorongan dan semangat dari lingkungan di desa sehingga memotivasi agar terus belajar dan berkarya dimanapun tempatnya. Penulis dari kecil aktif di kegiatan seni dan organisasi seperti OSIS SMP, SMA dan Perguruan Tinggi. Setelah menempuh jenjang menengah ke atas di SMA, penulis mendapatkan kesempatan belajar di jurusan Biologi FMIPA Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) Surabaya, melalui Jalur PMDK.

Selama menempuh studi di Biologi penulis tertarik pada bidang Zoologi dan Ekologi yang terlihat dari Program Kerja Praktek di BP DAS Brantas Sidoarjo, Kementerian Kehutanan RI, bidang Konseravasi wilayah Pesisir. Beberapa pelatihan dan kegiatan pengembangan diri juga di ikuti selama menjadi mahasiswa aktif seperti pelatihan Penulisan artikel ilmiah, Bisnis Plan, Forum forum ilmiah dan diskusi kebangsaan, PIMNAS 25 Yogyakarta, PIMNAS 26 Mataram, Delegasi ITS Young Future Leader, Jakarta. Penulis tercatat pernah menjadi asisten praktikum di bidang Zoologi dan Ekologi, selain itu juga menjadi Surveyor Ekologi.

Penulis juga tertarik dengan dunia organisasi intra kampus maupun ekstra kampus. Penulis pernah menjabat sebagai Staf Departement Internal HIMABITS periode 2011-2012, SC Gerigi ITS 2012, KaDiv Kastrat Himpunan Mahasiswa Biologi ITS periode 2012-2013, Volunteer Paguyuban Remaja Peduli HIV/AIDS Sidoarjo. Selain itu penulis juga tertarik dengan dunia design dan telah banyak menghasilkan karya design kreatif. Penulis berdo'a dengan adanya penelitian ini penulis mendapatkan ilmu yang bermanfaat dan berharap bisa memberikan informasi terkait bidang penelitian ini, sehingga bisa dikembangkan untuk penelitian lanjutan. Semoga bisa bermanfaat dunia dan akhirat untuk diri penulis dan lingkungan sekitar.

*“Your Past Has Given You
Strength and Wisdom You Have Today
So,
Celebrate it,
Don't Let it Haunt You”*

Alhamdulillah robbil'alamin...
Rasa Syukur dan terima kasih penulis haturkan kepada ALLAH SWT
atas rahmat dan hidayahNya
Sholawat dan salam semoga dilimpahkan kepada Nabi dan Rosul yang
paling mulia, Nabi Muhammad SAW.
Kepada Rekan rekan seperjuangan skripsi Mas Admin Shiro Kartun
Ngampus dan member seluruh Indonesia
Terima Kasih tak terhingga kepada, Ibu, Bapak dan Nenek atas doa
restu dan ridhonya, kakak-kakak beserta keluarga atas doa dan
motivasinya.
Kepada Bapak Ibu dosen dan karyawan Jurusan Biologi ITS atas ilmu,
pengajaran dan bantuan yang diberikan.
Terimakasih kepada Ibu Dr. rer, nat. Ir. Maya Shovitri selaku dosen
wali yang selalu mengarahkan selama menjadi mahasiswa aktif di
Biologi.
Kepada Ibu Indah Trisnawati D.T, M.Si, Ph.D selaku dosen pembimbing
Tugas Akhir yang selalu memberikan ilmunya dalam penelitian ini.
Terimakasih Kepada Keluarga Besar Angkatan 2010 "Tursiop
Truncatus" yang menjadi keluarga terdekat, teman dan sahabat, yang
selalu ada, saling mengisi dan memberi arti, semoga sillaturrahi ini
terjaga hingga akhirat nanti.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tembakau merupakan salah satu komoditas pertanian andalan. Dalam dunia pertanian tanaman tembakau tergolong tanaman perkebunan, tetapi bukan merupakan kelompok tanaman pangan (Cahyono, 1998). Tanaman tembakau tersebar di seluruh Nusantara dan mempunyai kegunaan yang beragam antara lain sebagai biopestisida dan insektisida, pengawet bambu petung, pembersih luka dan terutama sebagai bahan baku pembuatan rokok (Primasari, 2010).

Berbagai teknik pengendalian hama yang kompatibel untuk menjaga agar populasi serangga hama selalu di bawah ambang ekonomi telah banyak digunakan, diantaranya teknologi habitat musuh alami dengan menggunakan tanaman yang dipanen (*crop*) maupun tidak dipanen (*non crop*) pada lahan pertanian dan sekitarnya. Teknik ini telah dilakukan untuk konservasi arthropoda musuh alami dan habitatnya. Konservasi in situ habitat dapat berlangsung pada tingkat dalam-tanaman (*within-crop*), dalam-pertanian (*within-farm*), atau tingkat bentang alam (*landscape level*).

Modifikasi habitat yang digunakan dalam penelitian ini adalah menggunakan tanaman berbunga, yaitu bunga matahari (*Helianthus annuus*). *Insectary plants* yang ditanam dekat tanaman utama digunakan untuk menarik dan menyediakan sumber makanan bagi serangga musuh alami. Modifikasi habitat ini selanjutnya dapat digunakan untuk mendesain habitat yang mampu beradaptasi terhadap kemungkinan peningkatan populasi arthropoda hama dalam suatu agroekosistem. Masalah hama tersebut tidak bisa diabaikan, karena akan mempengaruhi produksi secara kualitatif maupun kuantitatif dan mampu menurunkan produksi. PHT (Pengendalian Hama Terpadu) merupakan konsep sekaligus strategi penanggulangan hama dengan pendekatan ekologi dan efisiensi ekonomi dalam rangka pengelolaan agroekosistem yang berwawasan lingkungan.

Konsep PHT secara ekologis cenderung menolak pengendalian hama dengan cara kimiawi. Salah satu penerapan PHT (Pengendalian Hama Terpadu) secara ekologis adalah dengan menggunakan *trap crop* (tanaman perangkap) yaitu menyediakan tanaman perangkap yang nantinya dapat menarik hama agar tidak menyerang tanaman inti (Effendi, 2009).

Pemanfaatan *insectary plants* sebagai pengendalian hama maupun penyakit, dilakukan dengan memanipulasi perilaku arthropoda. *Insectary Plant* merupakan tanaman yang menarik serangga yang bermanfaat sebagai musuh alami. Mereka menyediakan nektar dan serbuk sari untuk banyak serangga yang menguntungkan. Nektar dan serbuk sari sangat penting untuk kelangsungan hidup, pengembangan dan reproduksi keberhasilan banyak spesies musuh alami seperti hoverflies dan parasitoid (Cowgill et al, 1993; Lavandero et al, 2005; Hogg et al, 2011), dan dapat menjadi sumber makanan tambahan untuk laba-laba (Taylor dan Pfannenstiel, 2008).

Serangga mempunyai kekayaan spesies yang lebih besar dibandingkan dengan organisme lain yang ada di bumi. Jumlah serangga yang sangat besar inilah yang menyebabkan serangga berperan sebagai pengatur utama dalam ekosistem (Samways 1994). Peranan serangga di alam ini diantaranya sebagai pemakan tumbuhan, penyerbuk, pemakan darah, parasit dan berperan sebagai pengatur populasi serangga lain yaitu musuh alami berupa predator dan parasitoid (Evans 1984).

Untuk beberapa spesies, musuh alami merupakan kekuatan utama yang mengatur dinamika populasi serangga, sehingga penting bagi kita untuk mengetahui bagaimana musuh alami dapat mempengaruhi populasi serangga untuk mengestimasi pengaruhnya. Untuk menjelaskan kepadatan populasi serangga dan memprediksi terjadinya ledakan populasi.

Serangga yang berperan sebagai musuh alami predator dan parasitoid. Predator adalah binatang (serangga, laba-laba dan binatang lain) yang memakan binatang lain sehingga menyebabkan kematian. Predator berguna karena memakan hama

tanaman. Parasitoid adalah serangga yang hidup di dalam atau pada tubuh serangga lain, dan membunuhnya secara pelan-pelan. Parasitoid berguna karena membunuh serangga hama, sedangkan parasit tidak membunuh inangnya, hanya melemahkan.

Menurut LaSalle (1993), parasitoid merupakan musuh alami yang paling penting pada kebanyakan hama tanaman dan bertindak sebagai spesies kunci pada beberapa ekosistem. Keanekaragaman predator dan parasitoid yang tinggi dan tingkat parasitisasi pada populasi inang yang tinggi membuat parasitoid menjadi subyek penelitian ekologis di lapangan demikian pula di laboratorium (Hassel & Waage 1984).

Famili tanaman yang sering ditemukan menarik bagi berbagai serangga yang bermanfaat sebagai musuh alami, antara lain, Apiacea, Asteracea. Apiacea merupakan salah satu *insectary plant* yang sangat baik karena mereka memberikan sejumlah besar nutrisi yang dibutuhkan oleh serangga parasit. Asteracea diketahui menarik bagi parasitoid termasuk zinnia, Bunga matahari (*Helianthus annuus*), tanaman tersebut merupakan penghasil komposit bunga yang mencolok, yang menguntungkan bagi banyak parasitoid serta serangga predator dan parasitoid.

Tumbuhan bunga Matahari (*Helianthus annuus*) telah digunakan sebagai *insectary plant* untuk menangani masalah hama tanaman kedelai (Michaud et al, 2013), dan beberapa aplikasi lain untuk menanggulangi kumbang *Leptoglossus phyllopus* yang merupakan hama sayur dan buah (Majundar, 2010)

Sistem pengelolaan tembakau dengan modifikasi *trap crop* secara tidak langsung akan menyebabkan adanya perbedaan jumlah komposisi, kelimpahan, dan keanekaragaman Arthropoda predator dan parasitoid yang berada dalam ekosistem tersebut. Oleh karena itu, dilakukan penelitian tentang pengaruh habitat termodifikasi perimeter *trap crop* menggunakan *insectary plant* bunga matahari (*Helianthus annuus*) pada lahan tembakau *Nicotiana tabacum* L terhadap komposisi musuh alami

arthropoda Predator dan Parasitoid dengan tanpa modifikasi *trap crop*.

1.2 Rumusan Masalah

Permasalahan yang akan dibahas pada penelitian ini adalah :

1. Bagaimana pengaruh habitat termodifikasi perimeter *trap crop* menggunakan *insectary plant* bunga matahari (*Helianthus annuus*) pada lahan tembakau *Nicotiana tabacum* L terhadap kelimpahan, komposisi, dan komunitas arthropoda musuh alami (Predator dan Parasitoid) dengan dan tanpa modifikasi *trap crop*.
2. Serta bagaimana tren kelimpahan musuh alami terhadap herbivora pada habitat yang termodifikasi dengan perimeter *trap crop* bunga matahari.

1.3 Tujuan

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui :

1. Pengaruh habitat termodifikasi perimeter *trap crop* menggunakan *insectary plant* bunga matahari (*Helianthus annuus*) pada lahan tembakau *Nicotiana tabacum* L terhadap kelimpahan, komposisi, dan komunitas arthropoda musuh alami (Predator dan Parasitoid) dengan dan tanpa modifikasi *trap crop*.
2. Mengetahui tren kelimpahan musuh alami terhadap herbivora pada habitat yang termodifikasi dengan perimeter *trap crop* bunga matahari.

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah pada tugas akhir ini adalah:

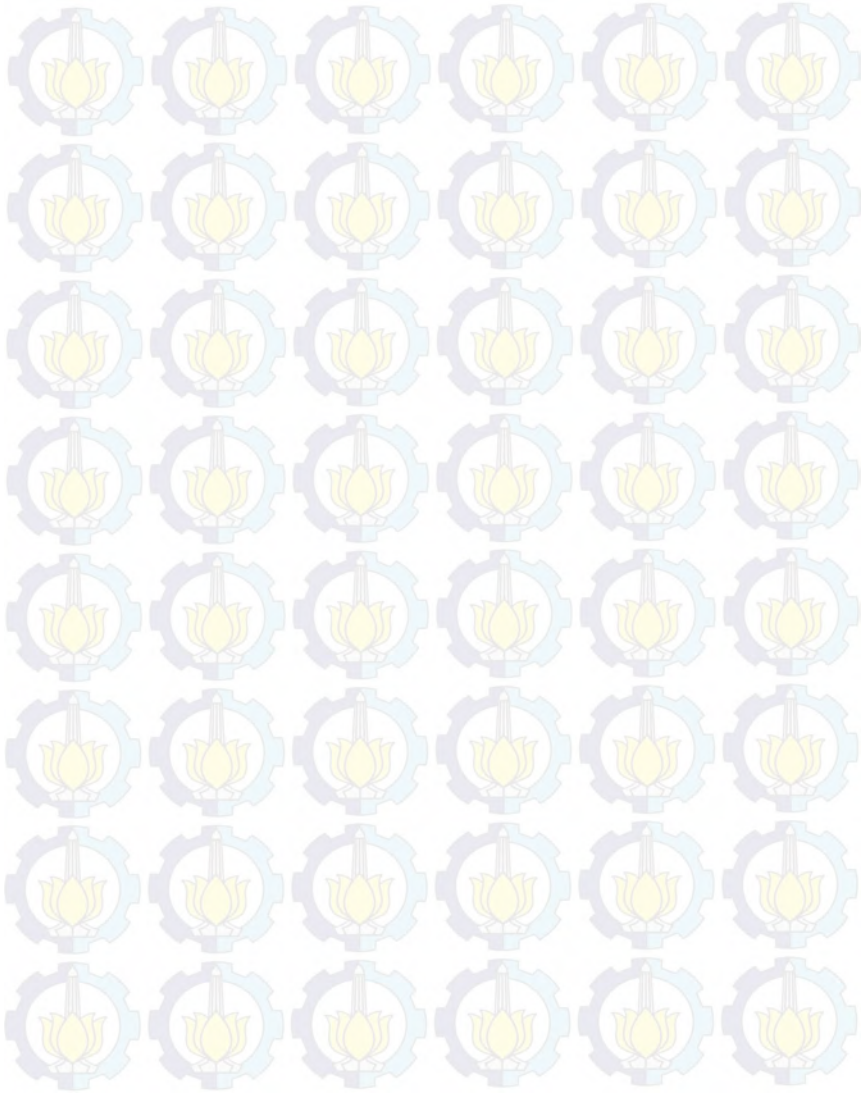
1. Arthropoda Predator dan Parasitoid yang diamati adalah yang ada pada bagian tanaman tembakau yang tertangkap oleh jaring ayun (*sweep net*) dan arthropoda yang tertangkap pada jebakan nampan kuning (*yellowpan trap*), serta dengan metode *hand collecting*

2. Identifikasi dibatasi pada tingkat famili dan morfospesies atau spesies
3. Pengamatan Predator dan Parasitoid dilakukan pada 10-120 HST pertumbuhan tembakau, musuh alami yang dimaksud dalam penelitian ini adalah
4. Indeks Eveness dibatasi pada fase pertumbuhan tembakau

1.5 Manfaat

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi tentang komposisi, kelimpahan, dan keanekaragaman Arthropoda Predator dan Parasitoid yang diharapkan mampu menjelaskan pengaruh modifikasi habitat dengan jenis *trap crop* menggunakan bunga matahari (*Helianthus annuus*) dan tipe *perimeter trap cropping* terhadap Arthropoda lain yang berpotensi sebagai hama sehingga dapat digunakan sebagai dasar untuk mendesain habitat yang efektif yang mampu mengurangi kehadiran Arthropoda hama dalam suatu agroekosistem agar dapat mencapai penerapan PHT (Pengelolaan Hama Terpadu) secara ekologis serta memberikan informasi terkait musuh alami pada arthropoda hama

“Halaman ini sengaja dikosongkan”



BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Arthropoda

Arthropoda merupakan hewan yang kakinya bersendi-sendi atau beruas-ruas. Ruas di antara dua sendi disebut dengan segmen. Adapun ciri-ciri umum Arthropoda adalah mempunyai *appendage* atau alat tambahan beruas, tubuh bilateral simetri yang terdiri dari sejumlah ruas, tubuh terbungkus oleh zat khitin sehingga merupakan eksoskeleton. Biasanya ruas-ruas tersebut ada bagian yang tidak berkhitin, sehingga mudah digerakkan. Sistem syaraf tangga tali, coelom pada serangga dewasa bentuknya kecil dan merupakan suatu rongga yang berisi darah (Price, 1975).

Arthropoda yang dapat dilihat sampai sekarang ini terbagi dalam dua subfilum, yaitu subfilum chelicerata yang diwakili oleh klassis arachnoidea, dan subfilum mandibulata yang diwakili oleh klasis crustacean, myriapoda, dan insekta. Perkembangan subfilum mandibulata dan klassis insekta pada khususnya, alat-alat tambahan pada segmen ke-4, 5 dan 6 mengalami modifikasi menjadi alat mulut yang masing-masing menjadi mandibula, maksila dan labium. Ketiga segmen tersebut membentuk struktur caput serangga yang disebut gnatochepalon. Persatuan prochepalon dan gnathochepalon membentuk caput serangga yang dapat dilihat sampai sekarang ini (Price, 1975).

Insekta atau serangga merupakan spesies hewan yang jumlahnya paling dominan diantara spesies hewan lain dalam filum Arthropoda. Pada klassis Insekta, terdapat ciri-ciri khas antara lain mengalami metamorfosa, kerangka luar tubuh berupa integument yang keras atau eksoskeleton yang tersusun dari lapisan khitin dan perotien, tubuh yang beruas-ruas tergolong kelompok Arthropoda; tubuh terdiri dari tiga segmen, yaitu caput, thorax dan abdomen. Thorax terdiri dari tiga ruas yaitu prothorax, mesothorax, metathorax (Price, 1975).

2.1.1 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Kehidupan Arthropoda di Alam

2.1.1.2 Faktor Dalam

Faktor dalam yang mempengaruhi perkembangan Arthropoda meliputi: 1) kemampuan untuk berkembang biak, 2) siklus hidup, 3) kecepatan berkembangbiak, 4) perbandingan kelamin, dan 5) fekunditas atau kemampuan bertelur imago betina. Pada umumnya Arthropoda yang mempunyai kemampuan berkembang biak tinggi, populasinya juga akan tinggi. Akan tetapi, hal ini sangat dipengaruhi oleh faktor lingkungan. Selanjutnya, serangga dengan siklus hidup yang singkat dan kecepatan dalam berkembang biak tinggi, biasanya akan diikuti oleh populasi tinggi. Selain itu, semakin tinggi persentase betina dan semakin tinggi kemampuan bertelur imago betina tersebut maka semakin tinggi persentase betina dan semakin tinggi kemampuan bertelur imago betina tersebut maka semakin tinggi tingkat populasinya (Hidayat, 2009).

2.1.1.2 Faktor Luar

Faktor luar yang mempengaruhi perkembangan Arthropoda yaitu faktor abiotik dan faktor biotik. Faktor abiotik meliputi: suhu, kelembaban, cahaya, curah hujan dan angin. Pada umumnya suhu dapat mempengaruhi aktivitas serangga, penyebaran geografis dan lokal dan perkembangan Arthropoda. Kelembaban mempengaruhi penguapan cairan tubuh Arthropoda, preferensi Arthropoda terhadap tempat hidup dan tempat persembunyian serta Arthropoda juga tertarik pada gelombang cahaya tertentu, bahkan ada Arthropoda yang menjauh jika ada cahaya.

Hujan yang lebat dapat menyebabkan serangga tanah terendam akibat adanya aliran air. Selain itu, hujan juga dapat menyebabkan kelembaban meningkat dan patogen dapat berkembang dengan baik dan angin dapat mempengaruhi pemencaran Arthropoda kecil. Sedangkan faktor biotik yaitu musuh alami dan makanan. Kebutuhan yang sama pada tempat yang sama dapat menyebabkan kompetisi, baik sesama spesies

maupun pada spesies yang berbeda. Musuh alami serangga yaitu predator, parasitoid dan entomopatogen. Serangga sangat tergantung pada kualitas dan kuantitas makanan. Jika makanan dalam jumlah yang banyak populasi serangga akan cepat naik. Akan tetapi jika jumlah makanan sedikit, populasi serangga turun. Sedangkan komposisi zat gizi dalam suatu tanaman harus sesuai dengan kebutuhan serangga. Tanaman yang resisten mempunyai kualitas yang rendah bagi serangga karena komposisi didalamnya tidak sesuai dengan kebutuhan zat gizinya (Hidayat, 2009).

2.2 Tanaman Tembakau (*Nicotiana tabacum* L.)

2.2.1 Klasifikasi

Tanaman tembakau merupakan tanaman semusim dari Divisio Spermatophyta dengan klasifikasi menurut Steenis (2005) sebagai berikut:

Regnum	: Plantae
Divisio	: Spermatophyta
Classis	: Dicotyledonae
Ordo	: Solanales
Familia	: Solanaceae
Genus	: <i>Nicotiana</i>
Spesies	: <i>Nicotiana tabacum</i> L.

Tanaman tembakau merupakan salah satu tanaman tropis asli Amerika. Asal mula tembakau liar tidak diketahui dengan pasti karena tanaman ini sangat tua dan telah dibudidayakan berabad-abad lamanya. Penggunaan tembakau berasal dari bangsa Indian, berkaitan dengan upacara-upacara keagamaan mereka. Tanaman tembakau telah menyebar ke seluruh Amerika Utara sebelum masa kedatangan orang kulit putih. Columbus yang pertama kali mengetahui penggunaan tembakau ini dari orang-orang Indian (Matnawi, 1997)

2.2.2 Morfologi

Menurut Tjitrosoepomo (2000), tanaman tembakau berupa semak, tegak, sedikit bercabang dan mempunyai tinggi 0,5-2,5 meter. Daun tunggal, bertangkai pendek, memanjang,

atau berbentuk lanset, dengan pangkal yang menyempit, sebagian memeluk batang dan ujung runcing. Kelopak bunga berbentuk tabung, yang memanjang tidak sama. Tabung bunga jantan 4 cm panjangnya dan berbentuk bintang, bertaju 5, tajuk runcing. Benang sari bebas, yang sebuah lebih pendek dari yang lainnya. Buah bentuk telur memanjang, akhirnya coklat, dimahkotai oleh pangkal tangkai putih yang pendek, beruang-ruang. Biji kecil, banyak sekali, seperti pada gambar.



Gambar 1. Morfologi tanaman tembakau

- Habitus : Semak, semusim, Tinggi kurang lebih 2 m.
- Batang : Tanaman Tembakau memiliki bentuk batang agak bulat, agak lunak tetapi kuat, makin ke ujung makin kecil.
- Daun : Daun tanaman tembakau berbentuk bulat lonjong (oval) atau Bulat Bulat, tergantung pada varietasnya.
- Bunga : Majemuk, tumbuh diujung batang, kelopak berbulu, benang Sari lima, kepala sari abu2, kepala putik satu, mahkota berbentuk terompet berwarna merah muda.
- Buah : Kotak, bulat telur, masih muda hijau setelah tua coklat.
- Biji : Kecil, Coklat

Akar :Tanaman tembakau merupakan tanaman berakar tunggang yang tumbuh tegak ke pusat bumi.

(Listyanto,2010)

2.3 Hubungan Antara Serangga dan Tanaman

Serangga merupakan salah satu agensia penyerbuk utama dalam penyerbukan yang dilakukan oleh binatang. Hubungan keduanya bersifat mutualistik, di satu sisi penyerbuk mendapatkan pakan berupa nektar dan polen sedangkan pada sisi yang lain tanaman bunganya terserbuki (Asbani & Winarno, 2009).

Hubungan antara serangga dan tanaman merupakan hubungan timbal balik baik serangga ataupun tanaman masing-masing memperoleh keuntungan tetapi serangga selalu memperoleh makanan dari tanaman sehingga serangga dapat merugikan tanaman. Hampir 50% dari serangga adalah pemakan tanaman atau fitofagus, sedangkan yang lainnya adalah pemakan serangga lain atau sisa-sisa tanaman atau hewan (Price, 1975).

Serangga yang bertindak sebagai pemakan tanaman perlu ruang hidup atau sebagai tempat berlindung, berbiak, atau mengambil makanan. Sebagian besar serangga merupakan pemakan tanaman karena serangga mempunyai bermacam-macam daya hidup yang memungkinkan populasi serangga dapat meningkat dengan cepat, sehingga manusia berkompetisi dengan serangga.

Interaksi antara serangga penyerbuk dengan tumbuhan berbunga merupakan hubungan yang saling menguntungkan. Dalam interaksi tersebut tumbuhan menyediakan sumber pakan yaitu serbuk sari dan nektar serta tempat bereproduksi, sedangkan tumbuhan mendapat keuntungan yaitu terjadinya penyerbukan (Schoonhoven *et al.*, 1998). Ketersediaan pakan pada bunga berkaitan dengan keanekaragaman serangga (Sedgley & Griffin, 1989). Tanaman yang diserbuki oleh serangga disebut Entomophyly (Dennis, 1994).

2.4 Musuh Alami

Sebagai bagian dari komunitas, setiap komunitas serangga termasuk serangga hama dapat diserang atau menyerang organisme lain. Bagi serangga yang diserang organisme penyerang disebut Musuh Alami. Secara ekologi istilah tersebut kurang tepat karena adanya musuh alami tidak tentu merugikan kehidupan serangga terserang. Hampir semua kelompok organisme berfungsi sebagai musuh alami serangga hama termasuk kelompok vertebrata, nematoda, jasad renik, invertebrata diluar serangga.

Dilihat dari fungsinya musuh alami dapat dikelompokkan menjadi, Parasitoid, Predator dan Patogen. Guna mempertahankan ekosistem persawahan / perkebunan yang stabil maka konsep pengendalian hama terpadu (PHT) dapat diterapkan. PHT mendapatkan efisiensi pengendalian yaitu mengurangi insektisida dan memanfaatkan metode non kimia. Di persawahan, musuh alami jelas berfungsi, sehingga akan terjadi keseimbangan biologis (Baehaki, 1991). Keseimbangan biologis ini kadang-kadang tercapai, tetapi bisa juga sebaliknya. Hal ini disebabkan karena faktor lain yang mempengaruhi, yaitu perlakuan agronomis dan penggunaan insektisida.

Salah satu komponen PHT adalah pengendalian dengan menggunakan musuh alami. Teori mendasar dalam pengelolaan hama adalah mempertimbangkan komponen musuh alami dalam strategi pemanfaatan dan pengembangannya. Taktik pengelolaan hama melibatkan musuh alami untuk mendapatkan penurunan status hama disebut pengendalian hayati (Pedigo, 1999). Pemanfaatan musuh alami tidak menimbulkan pencemaran, dari segi ekologi tetap lestari dan untuk jangka panjang relatif murah.

Pengendalian dengan memanfaatkan musuh alami atau secara biologis adalah kerja dari faktor biotis seperti parasitoid, predator dan patogen terhadap mangsa atau inang, sehingga menghasilkan suatu keseimbangan umum yang lebih rendah daripada keadaan yang ditunjukkan apabila faktor tersebut tidak ada atau tidak bekerja.

Pengendalian biologi merupakan salah satu pengendalian yang dinilai cukup aman karena mempunyai beberapa keuntungan yaitu:

- 1) selektivitas tinggi dan tidak menimbulkan hama baru,
- 2) organisme yang digunakan sudah tersedia di alam,
- 3) organisme yang digunakan dapat mencari dan menemukan inangnya,
- 4) dapat berkembang biak dan menyebar,
- 5) hama tidak menjadi resisten atau kalau terjadi sangat lambat, dan
- 6) pengendalian berjalan dengan sendirinya (Van Emden, 1976 dalam Laba, 2001).

Keberadaan musuh alami hama sangat penting dalam menentukan populasi hama tersebut. Parasitoid dan predator mampu menurunkan padat populasi hama, sedangkan infeksi JPS dapat mematikan dan mempengaruhi perkembangan hama, menurunkan kemampuan reproduksi, serta menurunkan ketahanan hama terhadap predator, parasitoid, dan patogen lainnya (Wardojo, 1986).

2.5 Arthropoda Predator dan Parasitoid

Hewan atau serangga karnivora yang memakan hama menempati trofi ketiga yang dapat berupa predator atau parasitoid. Disebut pemangsa atau predator apabila ia hidup memangsa herbivora sedangkan karnivora yang hidup di dalam atau di luar tubuh inang (herbivora) dalam dinamakan parasitoid. Predator dan parasitoid dikelompokkan sebagai musuh alami hama. Sedangkan tingkat trofi berikutnya ditempati oleh karnivora lainnya yang memakan karnivora pertama.

Pemangsa dari kelompok arthropoda terdiri atas sejumlah besar jenis serangga, ditambah dengan laba-laba dan tungau pemangsa. Di dunia ini diperkirakan ada sekitar 200.000 jenis pemangsa arthropoda, termasuk berbagai jenis laba-laba dan tungau pemangsa. Serangga pemangsa terdiri atas lebih dari 16 bangsa dan kurang lebih 2000 suku. Karakteristik umum serangga

pemangsa: mengkonsumsi banyak individu mangsa selama hidupnya, umumnya berukuran sebesar atau relatif lebih besar daripada mangsanya, menjadi pemangsa ketika sebagai larva/nimfa, dewasa (jantan dan betina), atau keduanya, pemangsa menyerang mangsa dari semua tahap perkembangan, biasanya hidup bebas dan selalu bergerak, mangsa biasanya dimakan langsung, biasanya bersifat generalis, sering kali memiliki cara khusus untuk menangkap dan menaklukkan mangsanya. Beberapa bangsa serangga yang penting sebagai pemangsa dalam pengendalian alami dan hayati, antara lain adalah Coleoptera, Hemiptera, Neuroptera, dan Diptera. Kelompok pemangsa penting yang bukan serangga adalah laba-laba dan tungau pemangsa (Godfray, 1994).

Sekitar 10% spesies serangga merupakan parasitoid. Ada 4 ordo serangga yang khususnya diketahui untuk jenis riwayat hidup ini. Sejauh ini kebanyakan ada dari ordo Hymenoptera. Kelompok terbesar dan paling banyak diketahui menyusun yang disebut 'Parasitica' di subordo Apocrita dari Hymenoptera: subkelompok terbesar adalah tawon kalsikoid (superfamilia Chalcidoidea) dan tawon ikneumon (superfamilia Ichneumonoidea), diikuti oleh Proctotrupoidea dan Platygastroidea. Di luar Parasitica banyak garis keturunan Hymenoptera yang termasuk parasitoid, seperti sebagian besar Chrysidoidea dan Vespoidea, dan familia Orussidae dari Symphyta yang jarang. Lalat (ordo Diptera) termasuk beberapa keluarga parasitoid, yang terbesar adalah familia Tachinidae, dan juga familia yang lebih kecil seperti Pipunculidae, Conopidae dll.

Dua ordo lainnya adalah 'parasit sayap putar' (ordo Strepsiptera), yang merupakan kelompok kecil yang semuanya terdiri atas parasitoid, dan kumbang (ordo Coleoptera), yang mencakup setidaknya familia Ripiphoridae dan Rhipiceridae, sebagian besar parasitoid, dan kumbang keling (familia Staphylinidae) dari genus Aleochara. Kadang-kadang anggota ordo lain bisa parasitoid; yang paling ternama adalah

keluarga ngengat Epipyropidae, ektoparasitoid untuk '*planthopper*' (pengerek tanaman) (Godfray, 1994).

Keberadaan musuh alami dapat menjadi alternatif untuk mengontrol populasi serangga hama tanpa risiko yang berarti dibanding dengan insektisida. Serangga musuh alami dapat berupa serangga entomofagus yaitu predator dan parasitoid. Keunggulan dari parasitoid adalah dapat memotong daur hidup serangga hama dengan memarasiti telur, larva atau pupa dari serangga hama tersebut (Mudjiono, 1994). Kinerja dan efektivitas musuh alami dapat ditingkatkan dengan cara memanipulasi habitat.

2.5.1 Parasitoid

Merupakan serangga yang memarasit serangga atau binatang antropoda lainnya. Parasitoid bersifat parasit pada fase pradewasa, sedangkan dewasanya hidup bebas dan tidak terikat pada inangnya. Parasitoid hidup menumpang di luar atau didalam tubuh inangnya dengan cara menghisap cairan tubuh inangnya guna memenuhi kebutuhan hidupnya. Umumnya parasitoid menyebabkan kematian pada inangnya secara perlahan-lahan dan parasitoid dapat menyerang setiap fase hidup serangga, meskipun serangga dewasa jarang terparasit.

Parasitoid menyedot energi dan memakan selagi inangnya masih hidup dan membunuh atau melumpuhkan inangnya untuk kepentingan keturunannya. Kebanyakan parasitoid bersifat monofag (memiliki inang spesifik), tetapi ada juga yang oligofag (inang tertentu). Selain itu parasitoid memiliki ukuran tubuh yang lebih kecil dari inangnya.

Menurut Untung (2006). Faktor - faktor yang mendukung efektifitas pengendalian hama oleh parasitoid adalah:

- 1) Daya kelangsungan hidup (*Survival*) baik,
- 2) Hanya satu atau sedikit individu inang diperlukan untuk melengkapi daur hidupnya,
- 3) Populasi parasitoid dapat tetap bertahan meskipun pada aras populasi inang rendah,

- 4) Sebagian parasitoid monofag, atau oligofag sehingga memiliki kisaran inang sempit.

Sifat ini menyebabkan populasi parasitoid memiliki respon numerik yang baik terhadap perubahan populasi inangnya.

Berdasar posisi makannya, parasitoid dapat digolongkan menjadi 2 yaitu:

- 1) *Ektoparasitoid* adalah: parasitoid yang seluruh siklus hidupnya ada diluar tubuh inangnya (menempel pada tubuh inangnya), contohnya: *Compsometris* spp yang memarasit hama *Exopholis* sp.
- 2) *Endoparasitoid* adalah: parasitoid yang berkembang didalam tubuh inang dan sebagian besar dari fase hidupnya ada didalam tubuh inangnya, contohnya: *Letmansia bicolor* yang memarasit telur *Sexava* sp.

Parasitoid juga dapat digolongkan berdasarkan fase tubuh inang yang diserang:

- 1) Parasitoid telur: parasit yang menyerang inang pada fase telur dan bersifat endoparasit. Cth. *Anagrus optabilis* – wereng Coklat.
- 2) Parasitoid telur – larva : parasit yang berkembang mulai dari telur sampai larva. Cth. *Chelonus* sp – pengerek mayang kelapa.
- 3) Parasitoid larva : parasit yang menyerang inang yang berada pada fase larva atau ulat. Cth. *Apanteles erionotae* – larva pengulung daun pisang.
- 4) Parasitoid larva – pupa : parasit yang berkembang mulai dari larva sampai pupa. Cth. *Thetrostichus brontispae* – rontispae.
- 5) Parasitoid pupa : parasit yang menyerang inang yang berada pada fase pupa atau kepompong. Cth. *Opius* sp – kepompong lalat buah.
- 6) Parasitoid imago : parasit yang menyerang inang yang berada pada fase imago atau serangga dewasa. Cth. *Aphytis chrysomphali* – *Apidiotus destruktur*.

Fenomena parasitoid yang menyerang parasitoid lainya dan memanfaatkan sebagai inang disebut *hiperparasitasi*, dan parasitoidnya dinamakan *hiperparasitoid*. Parasitoid yang menyerang inang utama disebut sebagai parasitoid primer, parasitoid sekunder adalah parasitoid yang menyerang parasitoid primer, dan seterusnya parasitoid tersier, kuartier dan sebagainya.

Parasitoid menghabiskan sebagian besar riwayat hidupnya dengan bergantung pada atas di organisme inang tunggal yang akhirnya membunuh (dan sering mengambil makanan) dalam proses itu. Kemudian parasitoid mirip dengan parasit khusus kecuali dalam nasib inang tertentu. Dalam hubungan parasit khusus, parasit dan inang hidup berdampingan tanpa kerusakan mematikan pada inang. Khususnya, parasit mengambil cukup bahan makanan untuk tumbuh tanpa mencegah inang berkembang biak. Dalam hubungan parasitoid, inang dibunuh, normalnya sebelum melahirkan keturunan. Bila diperlakukan sebagai bentuk parasitisme, istilah nekrotrof kadang-kadang digunakan, meski jarang.

Jenis hubungan ini nampaknya hanya terjadi pada organisme yang memiliki tingkat reproduksi yang cepat, seperti serangga, atau tungau (jarang). Parasitoid juga sering berkembang bersama dengan inangnya. Banyak biolog yang menggunakan istilah parasitoid untuk hanya merujuk pada serangga dengan jenis riwayat hidup seperti ini, namun beberapa orang berpendapat istilah ini mesti digunakan lebih luas untuk mencakup nematoda parasit, kumbang penggerek benih, bakteri dan virus tertentu (mis. bakteriofag) yang semuanya harus menghancurkan inangnya.

2.5.2 Predator

Predator adalah organism yang hidup bebas yang memangsa organism lainnnya. Predator dapat menyerang dari mulai fase immature (pra dewasa) sampai dengan fase dewasa dari serangga mangsa. Dan untuk mencapai fase dewasa, predator membutuhkan lebih dari satu individu inang.

- Predator monofagus : adalah predator yang hanya memakan satu jenis mangsa
- Predator oligofagus : memakan beberapa jenis mangsa
- Predator polifagus : memakan banyak jenis mangsa.

Menurut Jumar (2000) , hampir semua ordo serangga memiliki jenis yang menjadi predator, tetapi selama ini ada beberapa ordo yang anggotanya merupakan predator yang digunakan dalam pengendalian hayati. Ordo-ordo tersebut adalah :

1. Coleoptera, misalnya *Colpodes rufipennis* dan *C. saphyrinus* (family Carabidae) sebagai predator ulat penggulung daun *Palagium* sp. *Harmonia octamaculata* (Famili Coccinellidae) sebagai predator kutu Jassidae dan Aphididae.
2. Orthoptera, misalnya *Conocephalus longipennis* (famili Tetigonidae) sebagai predator dari telur dan larva pengerek batang padi dan walang sangit.
3. Diptera, misalkan *Philodicus javanicus* dan *Ommatius conopsoides* (family Asilidae) sebagai predator serangga lain. *Syrphus serrarius* (family Syrphidae) sebagai predator berbagai jenis aphids.
4. Ordonata, misalnya *Agriocnemis femina femina* dan *Agriocnemis pygmaea* (famili Coecnagrionidae) sebagai predator wereng coklat dan ngengat hama putih palsu. *Anax junius* (famili Aeshnidae) sebagai predator dari beberapa jenis ngengat.
5. Hemiptera, misalnya *Cyrtorhinus lividipennis* (famili Miridae) sebagai predator telur dan nimfa wereng coklat dan wereng hijau.
6. Neuroptera, misalnya *Chrysopa* sp. (famili Chrysopidae) sebagai predator berbagai hama Aphids sp.
7. Hymenoptera, misalnya *Oecophylla smaragdina* (famili Formicidae)

2.5.3 Pengelolaan Habitat untuk Mempertahankan Komunitas Pedator dan Parasitoid : Peran Tanaman Berbunga

Perkebunan tembakau dalam skala besar sangat rentan terhadap peledakan hama karena dukungan musuh alami yang terbatas, terutama parasitoid. Habitat yang kompleks dapat menyediakan iklim mikro yang cocok serta sumber pakan untuk parasitoid, sehingga dapat mempertahankan keanekaragaman parasitoid Hymenoptera (Fiedler & Landis 2007; Silviski *et al.* 2006; Marino *et al.* 2006; Silviski *et al.* 2011).

Penanaman tanaman berbunga yang dapat memberikan sumber pakan, merupakan kunci untuk meningkatkan keefektifan pengendalian hayati. Hubungan antara komunitas parasitoid dan tanaman berbunga telah banyak dilaporkan (Baggen & Gurr 1998; Wratten *et al.* 2003; Lee & Heimpel 2005). Keanekaragaman parasitoid lebih tinggi pada habitat yang memiliki banyak tumbuhan berbunga dibandingkan yang kurang memiliki tumbuhan berbunga (Jervis *et al.* 1993). beberapa peneliti telah melaporkan beberapa spesies tumbuhan berbunga yang berpotensi digunakan untuk menarik parasitoid diperkebunan sehingga pengendalian hayati menjadi lebih efektif (Basri *et al.* 1999; Desmier de Chenon *et al.* 2002; Tuck *et al.* 2003; Kamarudin & Basri 2010). Teh (1996), Basri *et al.* (1999) dan Ho & Teh (1999) telah menguji beberapa jenis tanaman yang memiliki potensi untuk menarik parasitoid. Terdapat 10 famili dan 16 spesies tanaman yang dapat menarik parasitoid pada perkebunan.

Keanekaragaman serangga berkaitan dengan banyaknya bunga yang dihasilkan oleh tumbuhan. Salah satu ketertarikan serangga pada bunga adalah kandungan nektar. Selain nektar, serbuk sari juga merupakan faktor penarik bagi serangga penyerbuk. Menurut Dudareva dan Pichersky (2006) konsentrasi gula dalam nektar tumbuhan hutan tropis antara 5-80%. Untuk bunga yang diserbuki kupu-kupu konsentrasi gula dalam

nektarnya mencapai 29%, sementara yang diserbuk ngengat dan lebah masing-masing sekitar 41% dan 30%.

Biasanya kadar gula dalam nektar pada suatu tanaman relatif rendah saat pagi hari dan meningkat pada saat siang hingga sore hari disebabkan karena penguapan kandungan air dalam nektar oleh sinar matahari. Menurut Dudareva dan Pichersky (2006), volume nektar pada bunga tinggi dipagi hari dan terus menurun hingga sore hari sehingga berpengaruh terhadap kunjungan serangga terhadap tanaman.

Insectary Plant adalah tanaman yang dimanfaatkan untuk menarik serangga. Tanaman tersebut menyediakan nektar dan serbuk sari untuk serangga sebagai kelangsungan hidup dan perkembangan serangga (Hogg *et al.*, 2011). *Insectary plant* merupakan cara dalam pengendalian hama serangga sebagai penerapan *trap crooping system*. *Trap crop* mampu menarik hama dibandingkan tanaman utama, hal ini untuk menjaga kerusakan pada tanaman utama. *Trap crop* dapat dilakukan dengan menanam mengelilingi tanaman utama, penerapan cara ini merupakan pengendalian hama secara biologi dan ekologi dari target hama spesifik (Linker *et al.*, 2009).

Beberapa kriteria pemilihan *insectary plant* meliputi:

- 1) Mempunyai daya tarik hama serangga
- 2) Mempunyai periode pembungaan cepat
- 3) Berpotensi rendah terserang virus
- 4) Mampu bersaing dengan gulma
- 5) Potensi rendah menjadi gulma
- 6) Biaya yang rendah

(Hogg *et al.*, 2011).

Terdapat dua cara yang dapat digunakan dalam *trap crop*; 1). Dapat menggunakan tanaman yang sama antara tanaman utama (*main crop*). dan tanaman perangkap (*trap crop*). *Trap crop* yang ditanam lebih dahulu daripada *main crop* dibagian tepinya untuk menjaga produksi *main crop* dari serangga; 2). *Main crop* dan *trap crop* berbeda spesies. Beberapa tanaman yang dapat digunakan sebagai *trap crop* diantaranya tanaman

gandum, tanaman kacang hijau, bunga matahari dan sorghum (Majumdar, 2010). Beberapa pertanian yang menerapkan *trap crop* telah diteliti mampu menekan dan mengurangi kerusakan tanaman utama oleh hama, seperti pada penelitian Mizell, *et al.* (2008) menggunakan *trap crop* untuk mengurangi kerusakan pada kedelai dari hama kutu.

Perimeter trap crop system adalah menanam tanaman *trap crop* dengan melingkari tanaman utama seperti sebuah dinding. *Perimeter trap cropping system* berguna sebagai pelindung dari serangan hama yang mungkin datang dari beberapa atau arah yang tidak diketahui. Untuk menanam dalam model *Perimeter trap crop system*, tanaman atraktan tidak boleh memiliki lubang sehingga barrier yang dihasilkan sempurna dan hama tidak dapat masuk ke tanaman inti.

2.6 Tanaman Bunga Matahari (*Helianthus annuus* L)

2.6.1 Klasifikasi Tanaman Bunga Matahari (*Helianthus annuus* L)

Secara taksonomi, tanaman bunga matahari (*Helianthus annuus* L.)

diklasifikasikan sebagai berikut (Benson, 1957):

Kingdom	: Plantae
Divisi	: Spermatophyta
Kelas	: Angiospermae
Sub Kelas	: Dicotyledoneae
Ordo	: Asterales
Famili	: Compositae
Genus	: Helianthus

Bunga matahari termasuk tanaman famili Compositae.

Dari 67 spesies yang diketahui hanya 17 spesies yang telah dibudidayakan terutama sebagai tanaman hias. Selain populer sebagai tanaman hias, tanaman ini juga termasuk salah satu tanaman industri penting penghasil minyak nabati di dunia. Pemuliaan tanaman bunga matahari ditujukan untuk

meningkatkan kandungan minyak, mengurangi tinggi tanaman dan menemukan resistensi terhadap hama dan penyakit (Desai *et al.*, 1997).

Bunga matahari merupakan tanaman yang dapat menyerbuk sendiri dan juga menyerbuk silang, persentase penyerbukan silangnya mencapai 17-62 % yang tergantung dari aktivitas serangga, sehingga untuk tujuan sertifikasi benih diperlukan isolasi jarak sejauh 500-1000 m dari pertanaman bunga matahari lain (Desai *et al.*, 1997). Menurut Satyanaraya dan Setharam (1982) bunga matahari bersifat *protandus*, yaitu benang sari masak terlebih dahulu sebelum putiknya sehingga pembentukan benihnya dengan cara penyilangan antar tanaman dengan bantuan serangga penyerbuk.



Gambar 2. Tanaman bunga matahari

Bunga matahari (*Helianthus annuus* L) adalah tumbuhan semusim dari suku kenikir - kenikiran (Asteraceae) yang populer. Bunga tumbuhan ini sangat khas: besar, biasanya berwarna kuning terang, dengan kepala bunga yang besar dengan diameter mencapai 30 cm. Bunga ini sebetulnya adalah bunga majemuk, tersusun dari ratusan hingga ribuan bungan kecil pada satu bonggol. bunga matahari juga memiliki perilaku khas, yaitu bungannya selalu menghadap ke arah matahari atau

heliotropisme. Herba ini tumbuh pendek dan kurang dari setahun, tegak berbulu, tinggi 1 sampai 3 meter. Sering digunakan sebagai tanaman hias yang butuh banyak sinar matahari tumbuhnya. Bunga besar berbentuk cawan, berwarna kuning dan ditengahnya terdapat bunga-bunga kecil berbentuk tabung dengan warna coklat

Tanaman bunga matahari merupakan tanaman tahunan yang pertumbuhannya relatif cepat. Batangnya tegak, tidak bercabang dan tingginya mencapai 1.5-2.5 m (Napis *et al.*, 1980), sedangkan menurut Duke (1983) tinggi bunga matahari bervariasi tergantung varietasnya yaitu antara 0.7-3.5 m. Tanamannya bersifat terna atau perdu yang memiliki saluran-saluran getah kelenjar minyak. Berdaun tunggal yang kedudukannya saling berhadapan, jarang namun tersebar (Tjitrosoepomo, 1988), daun berukuran lebar dan berbulu halus (Napis *et al.*, 1980), tetapi menurut Duke (1983) daun berkedudukan saling bertolak belakang dengan panjang daun 10-30 cm dan lebar 5-20 cm serta petiolnya panjang.

2.6.2 Penggunaan *Helianthus annuus* sebagai insectary plant

Helianthus annuus atau tanaman bunga matahari termasuk genus Heliantheae dan family Compositae. Genus tersebut terdiri dari tumbuhan *annual* dan *perennial*. *Helianthus annuus* mempunyai range tinggi 50-500 cm, batangnya tidak bercabang, daun pertama selalu berlawanan, tetapi selanjutnya sifatnya bergantian, bentuk daun linear sampai oval dengan tepi *entire* atau bergerigi, warnanya hijau cerah sampai gelap. Daun bunga berwarna kuning cerah. Karakteristik famili Compositae terdiri dari 300-1000 bunga. Kebanyakan *Helianthus annuus* diambil minyak bijinya, sebagai minyak sayur (CFIA, 2005).

Helianthus annuus dapat digunakan sebagai pengalih perhatian, berpotensi menurunkan kerugian pertanian dari penyakit, serangga, burung dan gulma. Penggunaan *Helianthus annuus* sebagai metode dalam menurunkan populasi hama dan mengurangi biaya dalam pengendalian hama. *Helianthus annuus* berasal dari Amerika Utara dan ada 50 spesies dari genus

Helianthus. Pada penelitian Michaud *et al.* (2007) menggunakan *Helianthus annuus* sebagai *trap crop* untuk mengurangi kerusakan kedelai oleh *Dectes texanus* (Coleoptera: Cerambycidae). Tanaman perangkap ini berfungsi untuk menarik ngengat penggerek batang untuk meletakkan telur lebih banyak pada tanaman perangkap dibanding pada tanaman utama, selain itu terjadi mortalitas yang tinggi terhadap serangga hama tersebut, sehingga perkembangan populasinya terhambat (Khan *et al.*, 2006; dalam Nurindah *dkk.*, 2009).

2.7 Pemahaman Tentang Pengendalian Hama Terpadu

Sejalan dengan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, PHT tidak lagi dipandang sebagai teknologi, tetapi telah menjadi suatu konsep dalam penyelesaian masalah lapangan. Waage (1996) dalam Effendi (2009) menggolongkan konsep PHT kedalam dua kelompok, yaitu konsep PHT teknologi dan PHT ekologi. Konsep PHT teknologi merupakan pengembangan lebih lanjut dari konsep awal yang dicetuskan oleh Stern *et al.*, (1959) dalam Effendi (2009) yang kemudian dikembangkan oleh para ahli melalui agenda Earth Summit ke-21 di Rio de Janeiro pada tahun 1992 dan FAO. Tujuan dari PHT teknologi adalah untuk membatasi penggunaan insektisida sintetis dengan memperkenalkan konsep ambang ekonomi sebagai dasar penetapan pengendalian hama. Pendekatan ini mendorong penggantian pestisida kimia dengan teknologi pengendalian alternatif, yang lebih banyak memanfaatkan bahan dan metode hayati, termasuk musuh alami, pestisida hayati, dan feromon. Dengan cara ini, dampak negatif penggunaan pestisida terhadap kesehatan dan lingkungan dapat dikurangi.

Konsep PHT ekologi berangkat dari perkembangan dan penerapan PHT dalam sistem pertanian di tempat tertentu. Dalam hal ini, pengendalian hama didasarkan pada pengetahuan dan informasi tentang dinamika populasi hama dan musuh alami serta keseimbangan ekosistem. Berbeda dengan konsep PHT teknologi yang masih menerima teknik pengendalian hama secara kimiawi

berdasarkan ambang ekonomi, konsep PHT ekologi cenderung menolak pengendalian hama dengan cara kimiawi.

Menurut Gurr (2009) menyatakan bahwa praktek PHT secara ekologis bisa dilakukan dengan manipulasi habitat yang sesuai dengan ekologi hewan dan tanaman pada suatu pertanian. Metode ini meliputi: (1) *trap crop* yang berfungsi untuk mengalihkan perhatian hama terhadap tanaman inti (2) berbagai bentuk polikultur untuk mengurangi migrasi hama (3) menyediakan sumber daya bagi musuh alami hama.

Pengembangan PHT dalam pertanian berkelanjutan didasari oleh terjadinya resistensi hama terhadap insektisida, ledakan hama sekunder, dan pencemaran lingkungan akibat pemakaian insektisida. Di lain pihak, pengembangan pertanian berkelanjutan didasari oleh munculnya gerakan pertanian organik pada tahun 1920 dan 1930-an. Gerakan ini menuntut perlunya pengkajian pengaruh pupuk sintetis terhadap kualitas tanah, penyediaan pangan bagi penduduk dunia yang tumbuh dramatis, dan revolusi hijau yang telah menyebabkan meningkatnya penggunaan varietas unggul yang responsif terhadap pupuk sintetis dan penggunaan pestisida secara tidak bijaksana dalam pengendalian organisme pengganggu tanaman (Effendi, 2009).

2.8. *Trap Crop*

Trap crop merupakan tanaman yang dapat menarik spesies hama dari tanaman inti sehingga dapat terlindungi dan hama yang menetap pada tanaman perangkap dapat dimusnahkan. Pengetahuan tentang biologi dan ekologi dari spesies hama target sangat penting dalam penggunaan *trap crop* ini. Penggunaan *trap crop* termasuk dalam strategi ‘tolak- tarik’, Strategi ‘tolak-tarik’ telah banyak dikembangkan dan diaplikasikan oleh petani secara luas untuk mengendalikan populasi penggerek batang serealia, *Chilo partellus* dan *Busseola fusca*, di Afrika. Strategi ini menggunakan tanaman perangkap yang mempunyai nilai ekonomis bagi petani sebagai pakan ternak, sehingga teknik pengendalian ini mudah diadopsi petani. Tanaman perangkap

yang digunakan antara lain adalah *vetiver grass* dan *nappier grass*. Tanaman perangkap ini berfungsi untuk menarik ngengat penggerek batang untuk meletakkan telur lebih banyak pada tanaman perangkap dibanding pada tanaman utama; selain itu terjadi mortalitas yang tinggi terhadap serangga hama tersebut, sehingga perkembangan populasinya terhambat.

Trap crop didefinisikan sebagai “tanaman yang ditumbuhkan untuk menarik serangga dan organisme seperti nematoda untuk melindungi tanaman inti dari serangan hama, mencegah hama mencapai tanaman inti dan mengkonsentrasikan mereka pada tempat tertentu dimana mereka bisa dimusnahkan”. Sehingga *trap crop* adalah tanaman yang mampu manipulasi, mengalihkan perhatian hama untuk mengurangi kerusakan dari tanaman inti. Serangga dan tanaman hostnya saling berinteraksi dan mempengaruhi apabila terdapat fragmentasi lahan dengan adanya *trap crop*. *Trap crop* yang digunakan dapat berupa tanaman berbeda spesies, varietas atau tanaman satu spesies yang tumbuh pada fase yang berbeda (Grower, 2002).

Perimeter trap cropping adalah menanam tanaman *trap crop* dengan melingkari tanaman utama seperti sebuah dinding. *Perimeter trap cropping* berguna sebagai pelindung dari serangan hama yang mungkin datang dari beberapa atau arah yang tidak diketahui. Untuk menanam dalam model *Perimeter trap cropping*, tanaman atraktan tidak boleh memiliki lubang sehingga barrier yang dihasilkan tidak sempurna dan hama dapat masuk ke tanaman inti.

Keuntungan menggunakan model *Perimeter trap cropping*:

1. Sekali menanam *Perimeter trap cropping* tidak perlu melakukan penyemprotan seluruh lahan dengan pestisida
2. *Perimeter trap cropping* dapat mengurangi pestisida secara dratis
3. Kurangnya penyemprotan dapat menjaga musuh alami hama (predator dan parasitoid) agar tidak ikut terbunuh oleh pestisida

4. Kurangnya penyemprotan dapat menghemat biaya
5. Kurangnya penyemprotan mengurangi tinggalnya residu bahan kimia saat pemanenan
6. Kurangnya penyemprotan mendorong keselamatan lingkungan yang lebih tinggi
7. Kurangnya penyemprotan mengurangi terjadinya resistensi hama terhadap pestisida
8. *Perimeter trap cropping* merepresentasikan strategi manajemen alternatif dalam Pengendalian Hama Terpadu (Grower, 2002).

9. **Tabel 1.** Beberapa percobaan *trap crop* yang pernah diaplikasikan

Trap crop	Main crop	Metode Penanaman	Hama yang dikendalikan
Alfalfa (Meyer, 2003)	Kapas	Strip intercrop	Lygus bug
Basil dan marigold (MMSU, 2003)	Bawang putih	Border crops	Kutu
Castor plant (Hasse, 1986; 1987)	Kapas	Border crop	<i>Heliotis</i> sp.
Chervil (Ellis; Bradley, 1996)	Sayuran	Diantara tanaman	Siput
Kubis china, mustard, dan radish (Facknath, 1997; Muniappan; Lali, 1997)	Kubis	Ditanam tiap 15 baris kubis	Cabbage webworm Flea hopper Mustard aphid
Kacang hijau dan legume lain	Jagung	Row intercrop	Leafhopper Leaf beetles Stalk borer Fall armyworm
Hot cherry pepper (Boucher; Durgu, 2003)	Bell pepper	Border crop	Pepper maggot
Indian mustard (Cornell University, 1995)	Kubis	Strip intercrop antara plot kubis	Cabbage head caterpillar
Marigold (French and African marigold) (Vann; Kirkpatrick; Cartwright, 2004) (Dofour; Guereña; Earles, 2003)	Solanaceous Crucifers Legumes Cucurbits	Row/strip intercrop	Nematoda
Medic, <i>Medicago littoralis</i> (Miles, C.; et al., 1996)	Wortel	Strip intercrop antara plot wortel	Carrot root fly

Tabel 1. Beberapa percobaan *trap crop* yang pernah diaplikasikan (lanjutan)

Napier grass (ICIPE, 2003)	Jagung	Intercrop Border crop	Pengerek batang
Vertiver grass (van de Berg, 2000)	Jagung	Perimeter crop	Corn stalk borer

(Grower, 2002).

2.9 Teori Keanekaragaman

Krebs (1989) mendefinisikan keanekaragaman adalah jumlah total atau seluruh variasi yang terdapat pada makhluk hidup dari mulai gen, spesies hingga ekosistem di suatu tempat atau dalam biosfer. Akan tetapi keanekaragaman bukan hanya sekedar jumlah variasi, keseragaman atau kekayaan pada suatu waktu atau tempat, tetapi yang lebih penting di dalam ekosistem terjadi interaksi di antara komponen sehingga dapat tercipta keseimbangan peran spesies-spesies sebagai produsen, predator, parasitoid, herbivor, pengurai dan fungsinya.

2.9.1 Indeks Keanekaragaman Spesies Shannon Wiener

Dua spesies yang hidup di dalam suatu komunitas dengan padat populasi yang berbeda, maka keragamannya lebih rendah dari pada apabila padat populasi kedua spesies tersebut sama. Penambahan spesies baru juga dapat meningkatkan keragaman, sehingga komunitas dengan tiga spesies lebih beragam dari pada hanya dua spesies, walaupun padat populasi kedua spesies tersebut sama.

Keanekaragaman spesies dapat digunakan untuk mengukur stabilitas komunitas, yaitu kemampuan suatu komunitas untuk menjaga dirinya tetap stabil meskipun terjadi gangguan terhadap komponen-komponennya. Keanekaragaman spesies yang tinggi menunjukkan bahwa suatu komunitas memiliki kompleksitas tinggi karena interaksi yang terjadi dalam komunitas itu sangat tinggi (Soegianto, 1994).

Odum (1993) menyatakan bahwa keanekaragaman dibentuk oleh dua komponen yaitu kekayaan jenis dan tingkat kesamaan. Kemungkinan yang dapat terjadi adalah nilai kekayaan

jenis tinggi sedangkan tingkat kesamaan rendah, nilai kekayaan jenis rendah sedangkan tingkat kesamaan tinggi dan nilai kekayaan jenis sama dengan nilai tingkat kesamaan.

Adapun rumus perhitungannya yaitu:

$$H = -\sum P_i \ln P_i$$

Keterangan :

P_i : Proporsi spesies ke-I dalam sampel total

H' : Indeks keanekaragaman Shannon- Wiener

2.9.2 Indeks Kemerataan Jenis (Indeks Evenness)

Keanekaragaman suatu komunitas tergantung pada jumlah spesies dan tingkat kesamaan. Dalam menentukan keanekaragaman komunitas dengan menggunakan indeks komunitas biasanya dikacaukan oleh adanya komunitas dengan jumlah spesies banyak, namun mempunyai indeks keanekaragaman yang sama satu dengan yang lainnya. Tingkat kesamaan menurut Odum (1993) adalah distribusi seluruh individu yang ada dalam suatu komunitas.

Adapun rumus yang digunakan adalah:

$$E = \frac{H}{\ln(S)}$$

Keterangan:

E : Kemerataan jenis

H' : Indeks keanekaragaman Shannon- Wiener

S : Jumlah jenis

2.9.3 Indeks Kesamaan Komunitas Morisita- Horn

Indeks kesamaan mengindikasikan bahwa unit sampling yang diperbandingkan jika mempunyai nilai indeks kesamaan besar berarti mempunyai komposisi dan nilai kuantitatif spesies yang sama, demikian juga sebaliknya. Indeks kesamaan akan menjadi maksimum dan homogen, jika semua spesies mempunyai jumlah individu yang sama pada setiap unit sampel (Odum, 1993). Adapun rumus yang digunakan yaitu:

$$I_{MH} = \frac{2\sum (a_{ni} \times b_{ni})}{(d_a + d_b) a_N \times b_N}$$

Keterangan:

I_{MH} = koefisien Morisita – Horn

a_{ni} = jumlah total individu pada tiap-tiap spesies di lokasi a

b_{ni} = jumlah total individu pada tiap-tiap spesies di lokasi b

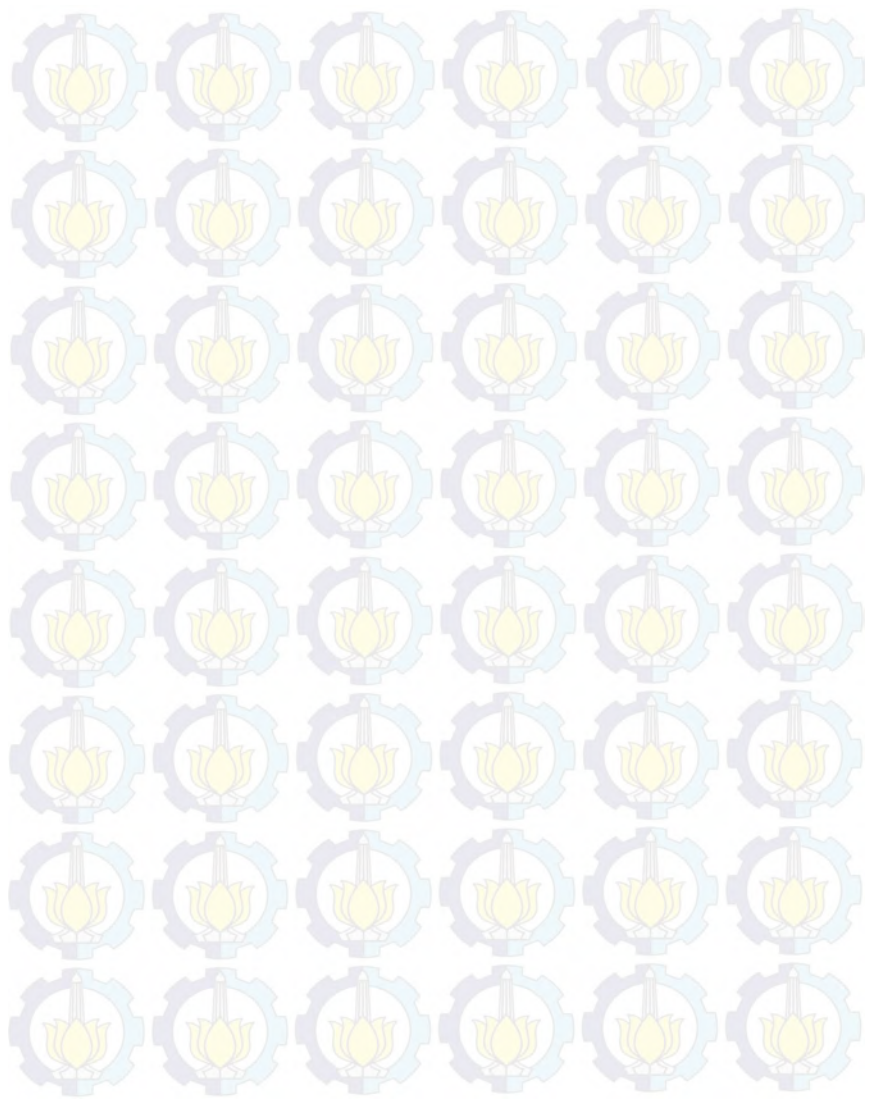
aN = jumlah individu di lokasi a

bN = jumlah individu di lokasi b

d_a = $\sum a_{ni}^2 / aN^2$

d_b = $\sum b_{ni}^2 / bN^2$

“Halaman ini sengaja dikosongkan”



BAB III METODOLOGI

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

3.1.1 Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan selama 5 bulan (Januari 2014 – Mei 2014) meliputi kegiatan penentuan dan persiapan lahan, pengolahan lahan sampai pemanenan, pengambilan sampel, dan identifikasi Arthropoda.

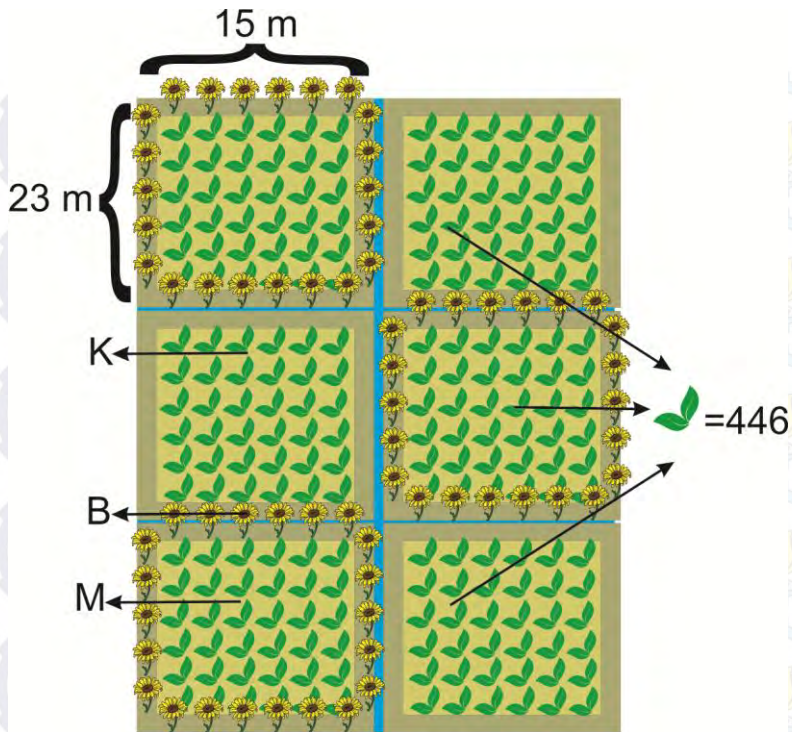
3.1.2 Tempat Penelitian

Penelitian ini akan dilakukan di lahan budidaya tembakau di Desa Purwosari Kecamatan Pandaan Kabupaten Pasuruan. Lokasi yang digunakan yaitu 6 lahan dengan perbedaan sistem pengelolaan, yaitu lahan dengan modifikasi habitat *trap crop* menggunakan bunga matahari (*Helianthus annus*) dan lahan tanpa modifikasi habitat *trap crop*.

3.2 Metode yang Digunakan

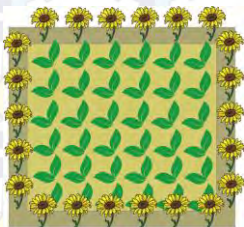
3.2.1 Penentuan Lahan

Lahan yang digunakan pada penelitian ini adalah berukuran 30 x 69 meter dengan luasan masing-masing petak adalah 15 x 23 m. Lahan yang digunakan adalah 6 petak lahan kontrol dan tiga petak lahan dengan modifikasi habitat *trap crop* menggunakan bunga matahari (*Helianthus annus*). *Trap crop* ditanam dengan model perimeter yaitu menanam bunga matahari (*Helianthus annus*) 20 hari sebelum menanam tanaman inti.

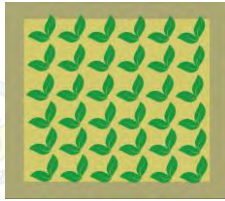


Gambar 3. Ilustrasi desain lahan

Keterangan:



= lahan modifikasi dengan
Insectary plant bunga matahari



= lahan tanpa modifikasi

- K = Lahan tembakau tanpa perlakuan
- B = Bunga matahari pada Modifikasi
- M = Modifikasi lahan trap crop

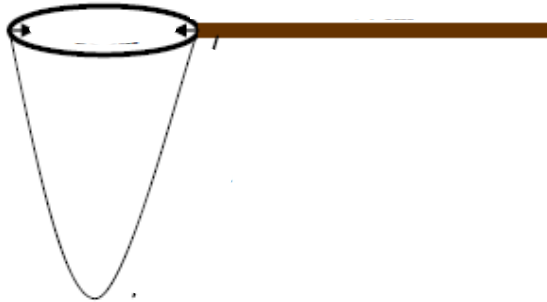


Gambar 4. Lokasi lahan tembakau, skala 1: 89 meter (modifikasi dari www.Googleearth.com, 2013).

3.2.2 Pengambilan Sampel Arthropoda

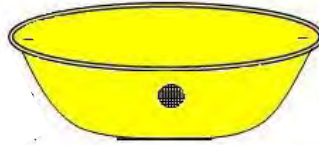
Pengambilan sampel dilakukan dengan menggunakan *sweep net* atau jaring ayun. Jaring ayun berbentuk kerucut, mulut jaring terbuat dari kawat melingkar berdiameter ± 30 cm dan jaring terbuat dari kain kasa. Cara menggunakan *sweep net* yaitu dengan masuk ke lahan sawah kemudian memegang ujung *sweep net* dengan erat dan ujung lingkaran menyentuh tanaman yang ada di depan, kemudian *sweep net* diayunkan membentuk angka 8. Kemudian serangga yang tertangkap dikumpulkan pada plastik kresek. *Sweep net* diayunkan dengan terus berjalan sepanjang lahan sehingga mewakili seluruh lahan yang akan diamati. Di

vegetasi pendek ayunan *sweep net* harus sedalam mungkin, sedangkan untuk vegetasi tinggi ayunan cukup dalam sebatas untuk menjaga tepi atas dan tepi bawah. Pengambilan sampel Arthropoda dilakukan secara berkala setiap 10 HST (Hari Setelah Tanam). Pengambilan untuk metode ini dilakukan sekali setiap pengambilan yaitu pada pagi hari pukul 06.00 WIB - 10.00 WIB. Metode *sweep net* digunakan pada fase vegetatif (30-60 HST), reproduktif (70-80 HST), dan pemasakan (90-100 HST) (Rachmawaty, 2012). Adapun gambar *sweep net* yang digunakan yaitu:



Gambar 5. *Sweep net* (Gurr, 2009).

Selain itu, digunakan pula metode tambahan yaitu metode *yellowpan trap* pada fase tembakau reproduktif (70-80 HST), dan pemasakan (90-100 HST). Metode *yellowpan trap* merupakan metode perangkap jebak serangga dengan menggunakan nampan plastik berwarna kuning yang telah berisi $\frac{1}{3}$ air yang dicampur dengan detergen. Perangkap dipasang sebanyak 5 buah tiap petak sawah yang ditempatkan setinggi $\frac{3}{4}$ dari tinggi tanaman tembakau dan dibiarkan selama 24 jam. Serangga yang tertangkap kemudian dibersihkan dan segera dimasukkan pada botol berisi alkohol 70% (Rachmawaty, 2012). Adapun gambar *yellowpan trap* yang digunakan yaitu:



Gambar 6. *Yellowpan trap* (Rachmawaty, 2012).

3.2.3 Pembuatan Spesimen Arthropoda

Arthropoda yang telah tertangkap, kemudian disortir untuk dilakukan pengoleksian. Pengoleksian Arthropoda ada dua cara yaitu koleksi kering dan koleksi basah. Koleksi kering untuk Arthropoda yang berukuran besar dengan sayap tipis dan bermembran yang tidak tereduksi, sedangkan koleksi basah adalah untuk Arthropoda yang berukuran kecil yang sayapnya tebal dan telah mengalami reduksi atau modifikasi.

A. Koleksi kering

- Arthropoda yang tertangkap *sweep net* dikumpulkan ke dalam plastik kresek
- Plastik kresek ditutup rapat dan arthropoda dibiarkan sampai lemas dengan ditambah *chlorofoam* (sebagai zat pembius serangga) dalam kapas
- Alkohol 70% disuntikkan pada bagian abdomen arthropoda yang sudah lemas
- Arthropoda diletakkan pada media koleksi (*styrofoam*)
- Bagi serangga yang dapat terbang diatur letak tungkainya
- Diberi pelekat pada media koleksi
- Diberi label keterangan morfologi pada media koleksi

B. Koleksi basah

- Disediakan botol sampel yang transparan
- Dimasukkan alkohol 70%
- Arthropoda yang berukuran kecil dimasukkan ke dalam botol koleksi
- Diberi label keterangan pada media koleksi

(Pelawi, 2009).

3.2.4 Identifikasi Arthropoda

Sampel Arthropoda yang telah diperoleh kemudian diidentifikasi sampai pada tingkat famili dan morfospesies atau spesies di Laboratorium Zoologi Jurusan Biologi Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya. Semua serangga yang diperoleh dipisahkan berdasarkan ordonya, identifikasi dilanjutkan sampai tingkat famili dan morfospesies atau spesies. Morfospesies adalah dalam famili yang sama tetapi berbeda secara morfologi. Melakukan pengamatan mikroskopis menggunakan mikroskop stereo kemudian Identifikasi dilakukan menggunakan buku kunci identifikasi karangan Borror (1996), Siwi (1991), Watterhouse (1993), dan Jumar (2000). Komposisi dan keanekaragaman Arthropoda yang diperoleh dilihat dari fase pertumbuhan tembakau mulai dari fase vegetatif (30-60 HST), reproduktif (70-80 HST), dan pemasakan (90-100 HST).

3.3 Rancangan Penelitian

Rancangan yang digunakan dalam percobaan lapangan (*experimental design*) dengan menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan 1 perlakuan dan 1 kontrol masing-masing 3 kali ulangan, sehingga seluruh percobaan terdiri dari 6 petakan percobaan.

Data yang dihasilkan dari proses pengambilan sample diolah secara deskriptif kuantitatif. Menurut Isaac (Sanjaya, 2005), deskriptif kuantitatif merupakan rancangan penelitian yang menggambarkan suatu objek dan hanya mengemukakan apa adanya tentang suatu variable tanpa ada tujuan menguji hipotesis tertentu.

3.4 Analisa Data

Penelitian ini dianalisis secara deskriptif kuantitatif untuk komposisi taksa dan peran fungsional Arthropoda, keanekaragaman, serta kelimpahan pada kedua lahan, yaitu lahan dengan modifikasi habitat *trap crop* menggunakan bunga

matahari (*Helianthus annus*) dan lahan tanpa modifikasi habitat *trap crop* (Bambaradeniya and Edirisinghe, 2008).

3.4.1 Tabel Pengamatan

Tabel 2. Pengamatan Arthropoda tiap 10 HST

No.	Tipe lahan	Kelas	Ordo	Famili	Spesies	Peran	Jumlah individu		
							P	P	P
							e t a k	e t a k	e t a k
							1	2	3
1.	<i>Trap crop</i>								
2.	Kontrol								
	Jumlah karnivora								
	Jumlah parasitoid								

3.4.2 Keanekaragaman Spesies Shannon-Wiener

Untuk menggambarkan keanekaragaman morfospesies serangga digunakan indeks keanekaragaman dan indeks kemerataan Shannon-Wiener. Adapun rumus perhitungannya yaitu:

$$H = -\sum p_i \ln p_i$$

Keterangan :

Pi : Proporsi spesies ke-I dalam sampel total

Nilai H' dapat diartikan sebagai berikut:

H' < 1 = Keanekaragaman rendah

1 < H' < 3 = Keanekaragaman sedang

H' > 3 = Keanekaragaman tinggi

(Magguran, 1991).

3.4.3 Kemerataan jenis (Indeks Evenness)

Keanekaragaman suatu komunitas tergantung pada jumlah spesies dan tingkat kasamaan. Tingkat kesamaan menurut

Odum (1993) adalah distribusi seluruh individu yang ada dalam suatu komunitas. Adapun rumus yang digunakan adalah:

$$E = \frac{H}{\ln(S)}$$

Keterangan:

E : Kemerataan jenis

H': Indeks keanekaragaman Shannon- Wiener

S : Jumlah jenis

Semakin kecil nilai E, berarti semakin sempit penyebaran spesies dan semakin besar nilai E, berarti semakin luas penyebaran spesies dalam suatu habitat.

(Magguran, 1991).

3.4.4 Kesamaan Komunitas Morisita-Horn

Struktur komunitas serangga antar lahan dibandingkan menggunakan indeks kesamaan Morisita- Horn sebagai berikut:

$$I_{MH} = \frac{2 \sum (a_{ni} \times b_{ni})}{(d_a + d_b) aN \times bN}$$

Keterangan:

I_{MH} = koefisien Morisita – Horn

a_{ni} = jumlah total individu pada tiap-tiap spesies di lahan *trap crop*

b_{ni} = jumlah total individu pada tiap-tiap spesies di lahan kontrol

aN = jumlah individu di lahan *trap crop*

bN = jumlah individu di lahan kontrol

$d_a = \sum a_{ni}^2 / aN^2$

$d_b = \sum b_{ni}^2 / bN^2$

(Magguran, 1991).

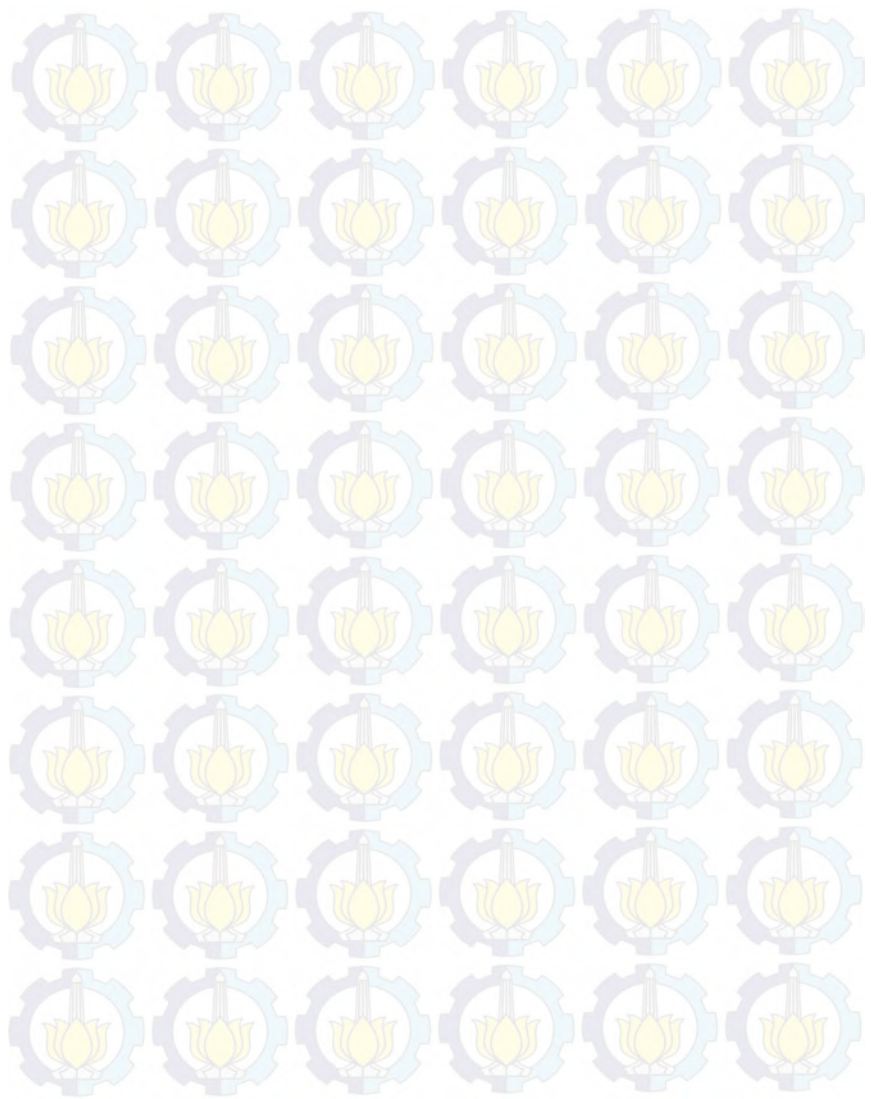
Nilai Indeks kesamaan komunitas berkisar antara 0 % - 100 %, jadi makin dekat 100 dua contoh yang dibandingkan semakin bersamaan dan jika mendekati 0 %, maka kondisi kedua

contoh yang dibandingkan semakin berlainan (Soerianegara dan Indrawan, 1998).

3.5 Analisa Regresi

Analisa regresi ini untuk mengetahui trend Keterkaitan antara musuh alami dengan serangga herbivore dianalisis dengan menggunakan Analisis Korelasi Linier dan Pearson, untuk melihat pengaruh arthropoda predator terhadap kelimpahan dan keanekaragaman arthropoda herbivora

“Halaman ini sengaja dikosongkan”



BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Komunitas Arthropoda Musuh Alami

4.1.1 Komposisi Famili Predator dan Parasitoid

Penelitian ini dilakukan pada lahan pertanian yang menggunakan pengaruh modifikasi habitat dengan trap crop bunga matahari terhadap arthropoda predator dan parasitoid pada lahan Tembakau Kontrol (Main Crop) dan Lahan Tembakau (Main Crop) dengan dikelilingi Bunga Matahari (Trap Crop) di desa Purwosari, Pasuruan. Menurut Khan *et al.*, (2006) *Helianthus annuus* merupakan salah satu tanaman perangkap yang digunakan dalam pengendalian hama yang berprinsip pada pengendalian non-toksik yang dapat meningkatkan peran musuh alami dalam menekan populasi hama, selain itu juga berfungsi menarik serangga herbivora untuk meletakkan telur lebih banyak pada tanaman perangkap daripada tanaman utama.

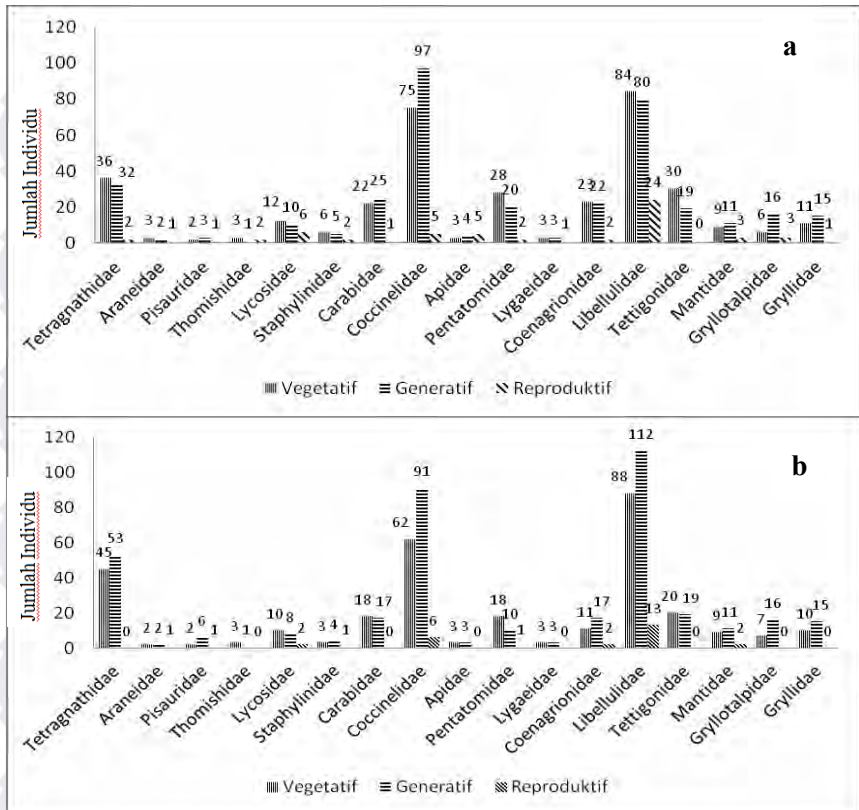
Penelitian ini dilakukan pada lahan pertanian yang menggunakan pengaruh modifikasi habitat dengan trap crop bunga matahari terhadap arthropoda predator dan parasitoid pada lahan Tembakau Kontrol (Main Crop) dan Lahan Tembakau (Main Crop) dengan dikelilingi Bunga Matahari (Trap Crop) di desa Purwosari, Pasuruan. Menurut Khan *et al.*, (2006) *Helianthus annuus* merupakan salah satu tanaman perangkap yang digunakan dalam pengendalian hama yang berprinsip pada pengendalian non-toksik yang dapat meningkatkan peran musuh alami dalam menekan populasi hama, selain itu juga berfungsi menarik serangga herbivora untuk meletakkan telur lebih banyak pada tanaman perangkap daripada tanaman utama.

Pengambilan sample arthropoda dilakukan dengan menggunakan metode pengambilan yaitu *sweep net* dan *yellowpan trap*. Arthropoda musuh alami (predator dan parasitoid) yang menempati habitat di kedua tipe lahan perkebunan ini menunjukkan komposisi famili dengan

kelimpahan yang berbeda, seperti yang ditunjukkan pada gambar 7 dan 8.

Pada Gambar 7 menunjukkan bahwa komposisi famili yang didapatkan pada lahan modifikasi *insectary plant* sebanyak 17 famili dan berlaku sama untuk tipe lahan kontrol. Famili dengan jumlah individu 3 tertinggi pada lahan modifikasi *insectary plant* maupun lahan kontrol yaitu famili Libellulidae, Coccinelidae, dan Tetragnathidae. Pada Famili Libellulidae salah satu spesies predator yang ditemukan melimpah adalah *Crocothemis servilia* dimana pada lahan modifikasi *insectary plant* mencapai 25 individu dan pada lahan kontrol 50 individu. Pada famili Coccinelidae spesies predator yang didapatkan melimpah adalah *Henosepilachna sparsa* dimana pada lahan modifikasi *insectary plant* terdapat 43 individu dan pada lahan kontrol 39 individu. Kemudian pada Famili Tetragnathidae salah satu spesies yang didapatkan adalah *Tetragnatha maxillosa* dimana pada lahan modifikasi *insectary plant* didapatkan 55 individu dan pada lahan kontrol terdapat 84 individu. Tingginya kelimpahan famili Libellulidae, Coccinelidae, dan Tetragnathidae menurut Boror (1996), dikarenakan ketiga famili tersebut merupakan serangga yang umum atau generalis yang artinya memiliki adaptasi yang baik pada beberapa tipe habitat, sehingga famili tersebut dapat menggunakan daya dukung lingkungan yang tersedia dengan baik.

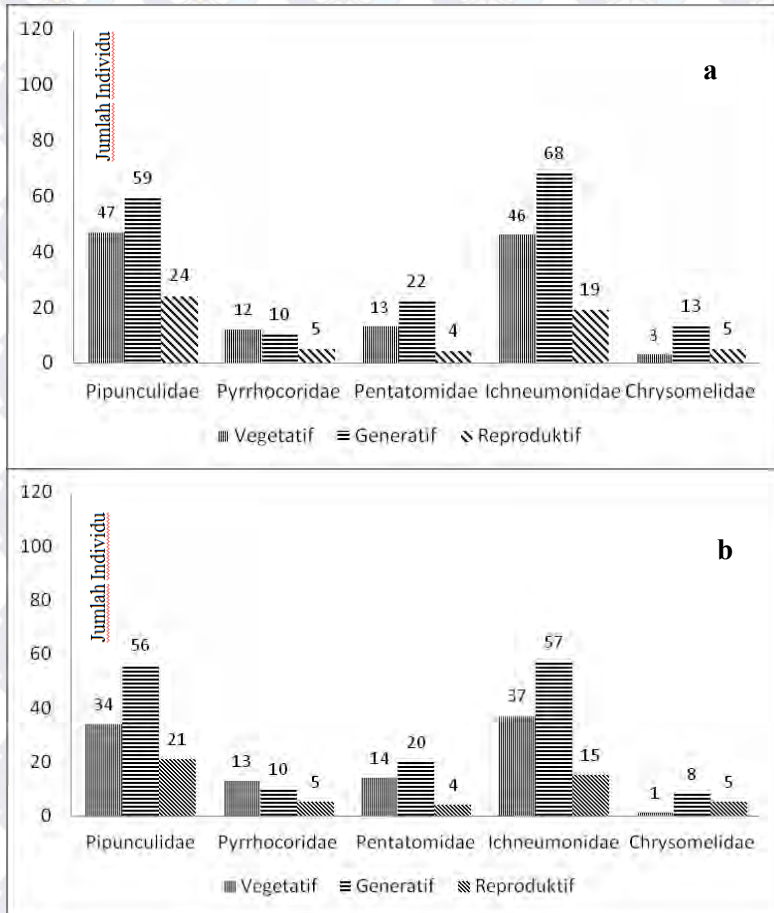
Berdasarkan gambar 8, dapat dilihat bahwa terdapat beberapa persamaan komposisi famili Arthropoda Parasitoid yang ditemui pada kedua lahan. Pada lahan kontrol dan lahan dengan aplikasi *trap crop* ditemukan 5 famili Parasitoid, namun terdapat perbedaan pada jumlah famili dan spesies yang ditemukan, dari gambar tersebut terdapat 3 famili yang mendominasi yaitu Pipunculidae, Ichneumonidae, dan Pentatomidae. Ketiga famili tersebut memiliki daya dukung lingkungan yang tinggi, seperti memiliki ketahanan terhadap suhu rendah dan suasana lembab (Siwi, 1991)



Gambar 7. Komposisi Famili Arthropoda Predator pada lahan a. modifikasi, b. kontrol

Tingginya populasi famili predator sangat terkait dengan populasi mangsa. Populasi mangsa yang tinggi akan menarik minat predator untuk datang dan tinggal di tempat tersebut, kemudian diikuti dengan meningkatnya kemampuan predator dalam memangsa. Keberadaan musuh alami, antara lain predator, merupakan salah satu faktor penentu tinggi rendahnya populasi hama. Sebaliknya, kelimpahan mangsa akan berpengaruh terhadap kelimpahan dan kekayaan musuh alaminya. Kehadiran predator pada suatu habitat juga dipengaruhi preferensi, keamanan dan

kenyamanannya. Kebanyakan predator tidak akan berusaha mendekati mangsanya pada lokasi yang tidak menguntungkan atau berbahaya baginya. Berikut dibawah ini adalah grafik komposisi famil arthropoda parasitoid pada kedua lahan :



Gambar 8. Komposisi Famili Arthropoda Parasitoid pada lahan a. modifikasi, b. kontrol

Berdasarkan gambar 8, salah satu famili serangga parasitoid yang paling mendominasi adalah famili Ichneumonidae yang merupakan Ordo dari Hymenoptera dengan jumlah individu pada lahan kontrol fase vegetative 37, fase generative 57, fase reproduktif 15 serta pada fase 46, fase generative 68, fase reproduktif 19 yang memiliki ciri-ciri memiliki tubuh sangat kecil sampai besar, sayap dua pasang seperti selaput tipe alat mulut penggigit penghisap, betina memiliki ovipositor beberapa mengalami modifikasi menjadi alat penyengat, umumnya hidup sebagai predator atau parasit serangga (Siwi, 1991).

Pada gambar 7 dan 8 jumlah famili musuh alami paling banyak adalah pada fase generatif dimana dalam fase ini, tanaman *main crop* mulai mengalami pembungaan dan bertambahnya lebar daun. Pada grafik yang digambarkan diatas untuk kategori predator maupun parasitoid menunjukkan bahwa fase generatif lebih tinggi jumlah individunya dibandingkan fase yang lain pada kedua tipe lahan (modifikasi dan kontrol). Dominasi predator terkait dengan kemampuan berkembang biak dengan cepat, adaptasi dan daya kompetisi, kesesuaian dan keluasaan mangsa, kemampuan menemukan mangsa dengan cepat, dan kemampuan memangsa dengan cepat pula.

Berdasarkan gambar 7, salah satu famili yang mendominasi adalah Libellulidae yang merupakan Arthropoda dengan tubuh panjang dan ramping, sayap memanjang, nimfa dan dewasa bersifat sebagai predator, nimfanya hidup di daerah akuatik keberadaannya yang ditemui pada lahan kontrol mungkin karena lahan kontrol lingkungannya lebih dekat dengan air dibandingkan lahan dengan aplikasi *trap crop* sehingga Odonata lebih menyukai tinggal di lingkungan lahan kontrol (Bambaradeniya and Edirisinghe, 2006). Pada lahan kontrol ditemukan 84 individu pada fase vegetatif, 80 individu pada fase generatif, 24 individu pada fase reproduktif. Dominansi jumlah individu terlihat pada fase vegetatif, dimana hampir semua famili terdapat pada fase awal pertumbuhan tembakau. Ketika masuk pada fase selanjutnya, spesies ditemukan sangat sedikit yang

mempunyai kesamaan dengan fase sebelumnya, mengalami penurunan jumlah, bahkan tidak ditemukan lagi.

Dominansi jumlah individu terlihat pada fase vegetatif, dimana hampir semua famili terdapat pada fase awal pertumbuhan tembakau. Fase pertumbuhan tembakau selanjutnya yaitu fase generatif, pada fase ini tanaman tembakau akan mulai terbentuk karangan bunga berupa malai di ujung batang. Setiap karangan akan membentuk 150 bunga (Borthakur, 1975). Bunga dewasa mempunyai mahkota berbentuk terompet sepanjang 4-5 cm yang memiliki lima lekuk dibagian tepinya. Mahkota bunga bagian atas berwarna merah atau merah muda, sedangkan bagian bawahnya berwarna putih. Bunga bertangkai pendek, kelopak bunga berwarna hijau dengan lima pancung yang menyatu di bagian dasarnya. Fase pertumbuhan yang terakhir dari pertumbuhan tembakau adalah fase reproduktif. Fase reproduktif ditandai dengan pembentukan dan perkembangan kuncup-kuncup bunga, bunga, buah dan biji atau pada pembesaran dan pendewasaan struktur penyimpanan makanan, akar-akar dan batang yang berdaging (Harjadi, 1998). Disamping itu pada fase reproduktif tanaman tembakau mengalami toping (pembungaan pucuk).

Famili Libellulidae merupakan salah satu famili yang banyak ditemukan dengan ciri – ciri kedua mata faset sangat berdekatan dilihat dari arah atas, pangkal sayap belakang lebih besar daripada pangkal sayap depan, pada betina ovipositor berkembang dengan baik, vena melintang pada sayap belakang, sebagian besar capung melakukan kegiatannya pada siang hari, saat matahari bersinar. Oleh karena itu pada hari panas, capung akan terbang sangat aktif dan sulit untuk didekati. Pada senja hari saat matahari tenggelam capung akan lebih mudah didekati (Siwi, 1991).

Famili Coccinelidae dari hasil penelitian Wagiman *et al* (1987), menunjukkan bahwa Predator dari Famili Coccinelidae efektif mengendalikan beberapa hama salah satunya adalah kutu hitam (*Aphis crassivora*), Kutu kebul (*Besimia tabaci*), dan

Myzus persicae. Kumbang dari famili Coccinellidae juga merupakan salah satu predator yang memangsa berbagai jenis serangga antara lain dari famili Aphididae, Coccidae, Diaspididae dan Aleyrodidae. Seperti dilaporkan pada penelitian sebelumnya, menurut Sutego (2014), pada fase generatif banyak ditemukan serangga dari jenis kutu-kutuan yang merupakan serangga generalis pemakan segala macam daun, karena telah dilaporkan menyerang *trap crop* bunga matahari dan *main crop* tanaman tembakau (lihat lampiran 14).

Setiap serangga mempunyai kecenderungan yang berbeda dalam hal kelimpahan pada suatu habitat yang berhubungan dengan mangsa dan daya adaptasi terhadap habitat yang cocok. Salah satu serangga parasitoid yang banyak ditemukan adalah dari Famili Pentatomidae. Singh (1990) menyatakan bahwa Pentatomidae dewasa dan nimfa menghisap cairan serangga mangsanya. Selain itu *pada beberapa* spesies Pentatomidae menyerang mangsanya dengan cara menusuk-menghisap yang dapat menyebabkan serangga mati.

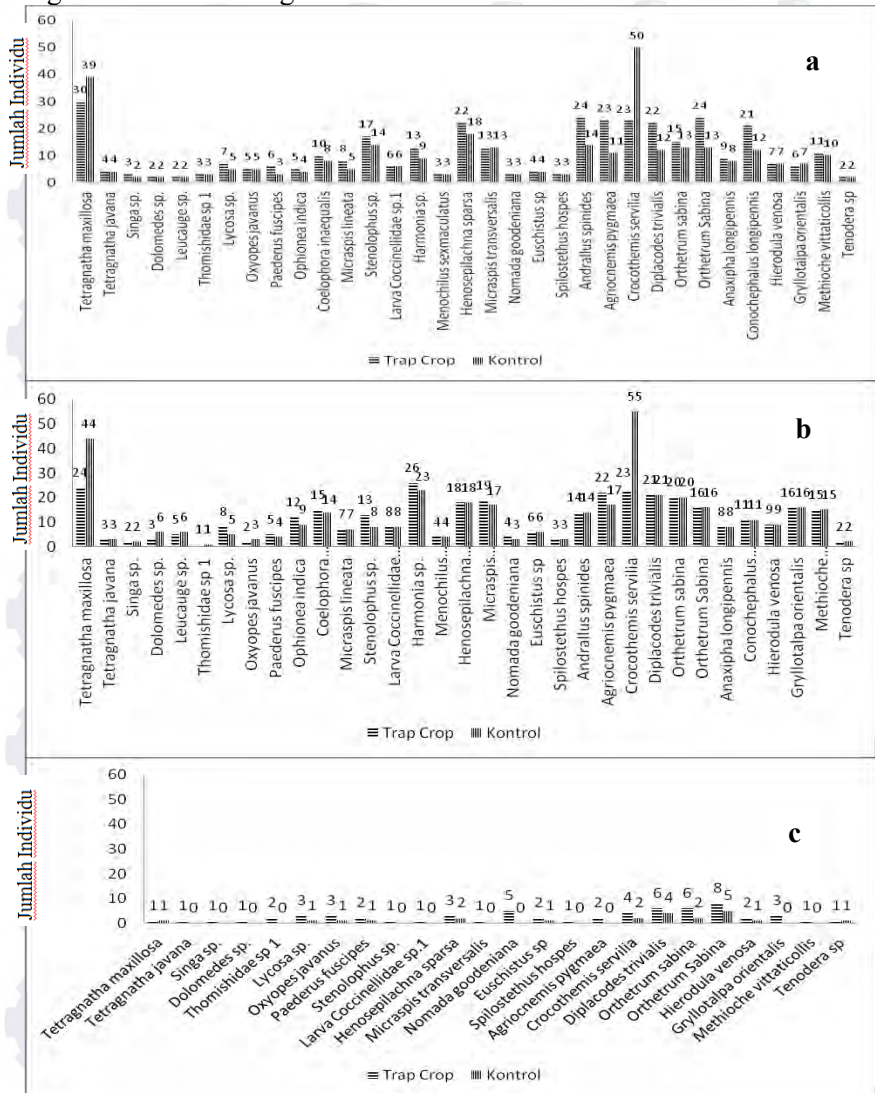
Jika dilihat berdasarkan spesies yang menyusun pada tiap fase pertumbuhan tembakau terdapat perbedaan spesies yang mendominasi serta jumlah individu yang bervariasi pada tiap spesies seperti yang tertera dalam pembahasan 4.2.

4.1.2 Komposisi Spesies Arthropoda Predator

Fase pertumbuhan tembakau yang diamati yaitu fase vegetatif (20-60 HST), fase generatif (70-90 HST), dan fase reproduktif (100-110 HST). Berdasarkan gambar 11 dibawah ini, dapat dilihat bahwa keberadaan tiap spesies pada masing-masing lahan berbeda. Ada beberapa spesies yang hanya ditemukan disalah satu fase tetapi tidak ditemukan di fase lainnya. Pada lahan modifikasi semua spesies yang ditemukan mempunyai kesamaan dengan spesies yang ditemukan pada lahan control.

Jika dilihat berdasarkan spesies yang menyusun pada tiap fase pertumbuhan tembakau, terdapat perbedaan spesies yang mendominasi serta jumlah individu yang bervariasi terhadap tiap

- tiap spesies pada lahan *Trap Crop* maupun Kontrol yang digambarkan melalui grafik berikut :



Gambar 9. Komposisi Spesies Arthropoda Predator berdasarkan Jumlah saat fase tembakau a. vegetative, b. generative, c. reproduktif (pemanenan)

Gambar 9 menjelaskan perbedaan komposisi spesies arthropoda predator. Jumlah individu arthropoda predator pada lahan Tembakau *main crop* dikelilingi dengan Bunga Matahari (*Trap crop*) sebanyak 782 individu sehingga lebih tinggi dibandingkan pada lahan Tembakau *main crop* (Kontrol) yang hanya 738 individu. Pada lahan Tembakau *main crop* dikelilingi dengan Bunga Matahari (*Trap crop*). Hal itu dimungkinkan karena pada famili tersebut memiliki daya dukung lingkungan yang lebih baik dibandingkan famili lainnya.

Pada setiap fase pertumbuhan tembakau komposisi jumlah individu spesies mengalami fluktuasi jumlah, seperti pada spesies *Crocothemis servilia*, spesies ini mengalami peningkatan dari fase vegetative ke fase generative, kemudian menurun pada fase reproduktif. Hal ini dikarenakan *prey* dari spesies ini juga mengalami fluktuasi, menurut Siwi, (1991) dan Borror (1992) capung *Crocothemis* sp, kerap memakan *Chrysosoma* sp sembari tetap terbang, tanpa perlu repot hinggap ke daun atau ranting pohon, selera makan capung ini bisa dibilang tak berujung. Seperti dilaporkan pada penelitian sebelumnya bahwa spesies herbivora *Chrysosoma leupogon* dari famili Dolichopodidae merupakan famili memakan segala jenis tanaman yang memiliki daun, ini berarti serangga herbivore tersebut merupakan serangga generalis karena ditemukan menyerang kedua jenis lahan. Spesies herbivora tersebut juga banyak ditemukan pada fase generative (lihat lampiran 14) (Sutego,2013). Spesies ini meningkat pada fase generative dari fase vegetative dan menurun saat fase reproduktif, karena pada saat fase reproduktif, tanaman tembakau mengalami pematangan daun (daun menjadi tua) sehingga kehadiran serangga herbivor berkurang, menurut Sutego (2013) serangga herbivore sebagian besar banyak ditemukan pada fase generative karena pada fase reproduktif daun menjadi tua dan tidak disukai oleh serangga herbivore.

Crocothemis sp biasa dapat menangkap mangsa dan memakannya sambil terbang, sedangkan capung jarum makan sewaktu hinggap. Capung menghabiskan sebagian besar hidupnya sebagai nimfa yang sangat bergantung pada habitat perairan seperti sawah, sungai, danau, kolam atau rawa. Tidak ada satu jenis pun capung yang hidup di laut, namun ada beberapa jenis yang tahan terhadap tingkat kadar garam tertentu. Ada juga nimfa capung hutan tropis yang lembab hidup di darat. Capung melakukan kegiatannya pada siang hari, saat matahari bersinar. Oleh karena itu, pada hari yang panas capung akan terbang sangat aktif dan sulit untuk didekati. Sedangkan pada dini hari atau di sore hari saat matahari tenggelam kadang-kadang capung lebih mudah didekati.

Berdasarkan gambar 9 dan 10, dapat dilihat bahwa keberadaan tiap spesies pada masing - masing lahan dan fase berbeda jumlah individunya. Ada taksa yang hanya ditemukan di salah satu lahan. Pada fase reproduktif terdapat beberapa taksa yg ditemukan di fase vegetative serta generative namun tidak ditemukan difase ini. Pada lahan tembakau (Kontrol) juga terdapat famili atau spesies yang beraneka ragam ditemukan contohnya spesies *Tetraghnatha javana*, *Dolomedes sp*, *Gryllotalpa orientalis* tidak ditemukan pada fase reproduktif lahan kontrol. Pada lahan Tembakau *main crop* (kontrol) dengan lahan tembakau yg dikelilingi (Trap Crop), sebagai contoh Salah satu jenis musuh alami utama kutu daun dan ulat daun adalah dari famili Coccinellidae.

Micaspis lineate merupakan arthropoda predator yang ditemukan melimpah, serangga ini banyak bermanfaat untuk mengendalikan populasi serangga lain pada tanaman budidaya seperti aphids, kutu putih, tungau, kumbang tepung, kutu sisik kapas (Joento, 2009). Berbagai laporan diketahui bahwa serangga predator dari family Coccinellidae untuk hama tanaman salah satunya adalah *Micraspis* sp, dan *Harmonia* sp. Kumbang *Micraspis* sp merupakan predator pemangsa kutu daun (Thamrin dan Asikin, 2009). Sedangkan larva *Harmonia* sp, menurut

Shepard *et al.* (1987), lebih rakus dari pada yang dewasa dengan memakan 5-10 mangsa (telur, nimfa, larva, imago) kutu daun dan wereng tiap hari.

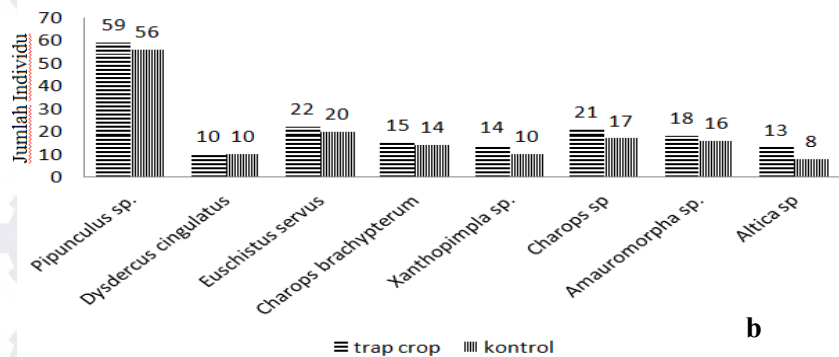
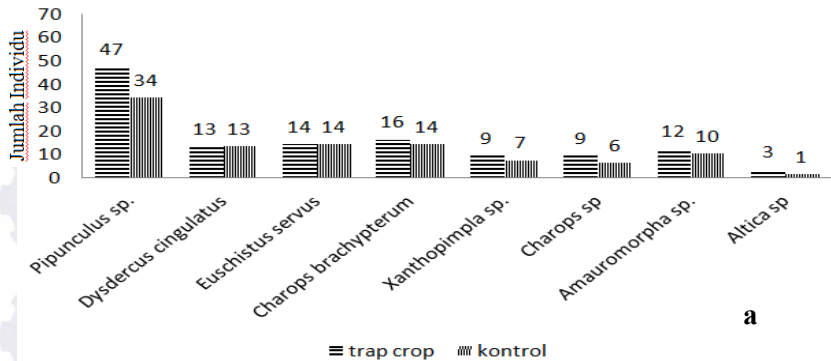
Tetragnatha maxillosa memiliki perilaku melompat dan memanjat dengan cepat diantara batang dan daun – daun untuk mendapatkan mangsa dengan cara mengejar dan menyambarnya, masing-masing spesies laba-laba memiliki perbedaan waktu memangsa. *T. maxillosa* (Tetragnathidae) dijumpai paling sering melakukan pemangsaan pada malam dan siang hari. Tetragnathidae merupakan laba-laba yang aktif pada malam hari (nocturnal) dan juga siang hari. (Litsinger, *et al.*, 1995).

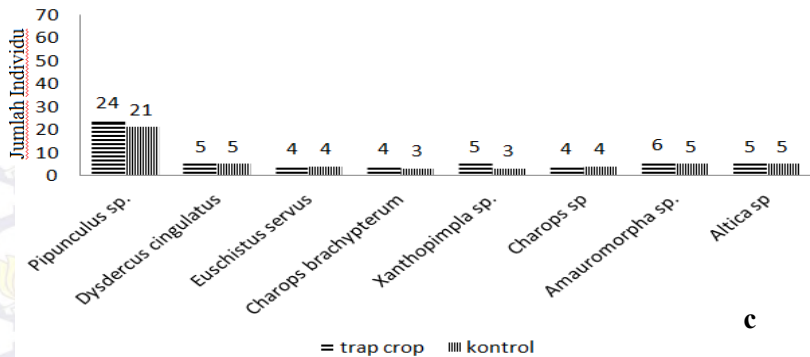
Pada fase vegetatif, fase generatif, dan fase reproduktif yang mendominasi yaitu spesies dari famili Tetragnathidae karena habitatnya berada di tempat lembab pada daun-daun. Famili Tetragnathidae merupakan arthropoda predator dengan memakan arthropoda herbivora sebagai makanannya, makanan dari arthropoda famili Tetragnathidae salah satunya seperti yang dilaporkan oleh Sutego, 2013 adalah herbivora seperti *Spodoptera litura* merupakan herbivora generalis yang berarti dapat memakan segala macam jenis daun karena banyak menyerang kedua lahan (lihat lampiran 15), aktif pada siang hari dan memakan bagian tanaman terutama daun, dan dilaporkan melimpah pada lahan tembakau juga bunga matahari (Sutego, 2013).

4.1.3 Komposisi Spesies Arthropoda Parasitoid

Diantara musuh alami yang berperan penting dalam mengendalikan populasi hama adalah parasitoid. Ordo Hymenoptera merupakan ordo serangga yang memiliki paling banyak kelompok parasitoid (grup parasitika) disamping kelompok yang lain seperti herbivor, predator, dan polinator (grup Aculeata) (Goutlet & Huber 1993). Parasitoid khususnya parasitoid telur dari family Pipunculidae dan Ichneumonidae yang dapat mengendalikan hama sebelum hama itu sempat merusak (Heinrichs *et al.* 1994). Oleh karenanya, parasitoid dianggap sangat efektif untuk mengendalikan populasi hama pada lahan pertanian (Altieri 1999). Pada beberapa spesies tertentu dari ordo

Hymenoptera: Ichneumonidae merupakan parasitoid larva pada beberapa serangga hama (Othman 1982). Berdasarkan gambar 10 didapatkan jumlah individu tertinggi adalah pada spesies *Pipunculus* sp, gambar dibawah ini menerangkan komposisi jumlah spesies parasitoid berdasarkan fase pertumbuhan tembakau :





Gambar 10. Komposisi Spesies Arthropoda Parasitoid berdasarkan Jumlah saat fase tembakau a. vegetative, b. generative, c. reproduktif (pemanenan)

Berdasarkan data pada gambar 10 terdapat 3 spesies tertinggi pada masing masing fase pertumbuhan yaitu *Pipunculus* sp, *Charops brachypterum*, *Euschistus servus*, dan satu spesies terendah yaitu *Altica* sp.

Fase generatif atau fase pembungaan pada tembakau tidak dipengaruhi oleh lamanya waktu penyinaran matahari (Tso, 1972). Pada fase generatif tanaman tembakau akan membentuk karangan bunga berupa malai diujung batang. Daun tembakau juga mengalami pematangan daun, tetapi tetap menghasilkan daun-daun muda pada meristem ujung dan apikal tanaman tembakau.

Spesies dengan jumlah individu tertinggi pada ketiga fase pertumbuhan tembakau adalah *Pipunculus* sp dari ordo Diptera. Famili Pipunculidae, parasitoid ini mempunyai ciri khusus yaitu lalat dengan kaki yang panjang. Rata-rata ukuran dari spesies famili ini mempunyai ukuran 1-9 mm dengan beberapa spesies mempunyai warna hijau-biru metalik, atau kuning (Brooks, 2005).

Berdasarkan gambar 10, spesies *Pipunculus* sp, mengalami peningkatan dari fase vegetative ke fase generative, dan menurun pada fase reproduktif. Dinamika ini terjadi karena spesies ini memiliki daya dukung lingkungan yang baik.

Pipunculus sp ini memiliki Ciri ciri mata besar yang menempati sebagian kepala, organ ovipositor termodifikasi seperti alat penusuk, termasuk endoparasit, sebagian besar mangsa targetnya adalah ordo Homoptera. Menurut Verral, 1920 dalam buku Indian Pipunculids (Diptera Pipunculidae : A Comprehensive Monograph), genus pipunculus tidak memiliki habitat yang pasti, sehingga dapat dikatakan bahwa serangga ini merupakan serangg generalis yang artinya dia dapat tinggal di berbagai tipe habitat, serangga ini biasanya terbang sendiri dalam menyusuri area perkebunan dengan ketinggian yang rendah diantara tanaman-tanaman, serangga ini terbang aktif untuk mencari mangsa serangga herbivore dan berkonsentrasi pada perburuan kumbang herbivore. Serangga banyak ditangkap menggunakan perangkap *yellow pan trap* yang dipasang 24 jam, karena serangga ini aktif di malam hari dan saat udara sejuk, beberapa spesies dari genus ini dilaporkan banyak aktif pada pagi dini hari karena serangga ini tidak tertarik terhadap caya dan suasana terang.

Salah satu spesies (parasitoid) yang banyak ditemukan pada penelitian ini antara lain *Charops brachypterum*, *Xanthopimpla* sp., *Charops* sp, *Amauromorpha* sp. berasal dari family Ichneumonidae, ordo Hymenoptera. Hymenoptera merupakan salah satu kelompok serangga yang kaya spesies menurut Yaherwandi et al. 2007, Dari 38 famili Hymenoptera yang ditemukan pada ekosistem perkebunan, 28 famili diantaranya adalah Hymenoptera parasitoid. Yaherwandi et al. 2007 juga mengemukakan bahwa Ichneumonidae juga banyak ditemukan di areal perkebunan. Hal ini menunjukkan bahwa Hymenoptera parasitoid sangat umum dan berlimpah pada ekosistem teresterial dan kebanyakan spesiesnya berkembang sebagai parasitoid penting berbagai serangga hama tanaman pertanian / perkebunan (LaSalle & Gauld 1993).

Berdasarkan gambar 10 spesies yang paling sedikit ditemui adalah *Altica* sp, spesies ini merupakan spesies kumbang dengan warna biru/hijau metalik, spesies ini mengalami

peningkatan pada fase generatif dari fase vegetative dan menurun pada fase reproduktif, menurunnya jumlah individu tersebut dapat diindikasikan karena jumlah herbivore menurun pada fase reproduktif, hal ini tercermin pada lampiran 14 tentang kerusakan daun yang mengalami dinamika karena berkurangnya serangga herbivora (Sutego, 2013). Sedangkan sedikitnya jumlah spesies yang ditemukan karena spesies ini kurang memiliki daya dukung lingkungan yang baik, karena spesies ini lebih menyukai suhu yang tinggi dan tempat yang kering, sedangkan pada areal penelitian ini kondisi lingkungannya lembab dan suhu yang cenderung menurun (Siwi, 1991)

Banyak faktor yang mempengaruhi kehidupan parasitoid yakni, faktor biotik dan abiotik. Keberadaan inang adalah salah satu faktor biotik yang mempengaruhi kehidupan parasitoid. Keberadaan parasitoid di lapangan sangat dipengaruhi oleh keberadaan inang. Dalam siklus hidupnya parasitoid ini memerlukan larva inang untuk perkembangannya. Telur yang diletakkan pada larva inang akan berkembang sesuai dengan perkembangan inangnya. Keadaan curah hujan, kelembaban dan ketersediaan pakan adalah diantara faktor abiotik yang mempengaruhinya (Nelly 2005).

Serangga-serangga yang jumlah populasinya rendah selama pengambilan sampel disebabkan salah satunya oleh pengaruh dari faktor lingkungan misalnya faktor fisis maupun faktor-faktor lainnya yang mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan dari serangga-serangga pada tanaman tembakau sehingga tidak dapat beradaptasi dengan baik.

Menurut Sunjaya (1970), kehidupan serangga sangat erat hubungannya dengan keadaan lingkungan hidupnya. Selanjutnya dikatakan juga bahwa faktor lingkungan juga turut mempengaruhi kehidupan serangga adalah faktor fisis, biotis dan makanan. Serangan parah terjadi pada musim kemarau, pada saat kelembaban udara rata-rata 70% dan suhu udara 18-23%. Pada saat cuaca demikian serangga pada tembakau melimpah, ngengat akan terangsang untuk berbiak, serta penetasan telur sangat

tinggi, sehingga populasinya menjadi sangat tinggi (Bayu, 2013). Data yang diperoleh menunjukkan terjadi perbedaan jumlah serangga pada saat pengambilan sampel. Hal ini disebabkan faktor keadaan cuaca. Adler (2007) menyatakan bahwa cuaca sangat berpengaruh terhadap diversitas serangga, seperti halnya juga suhu (Hartley, 2003).

4.1.4 Keanekaragaman Arthropoda Musuh Alami

Komposisi arthropoda musuh alami yang ditemukan pada kedua lahan yang paling banyak adalah arthropoda predator, hal itu terlihat jelas pada grafik terutama pada Tabel 4 dan 5. Tabel 4 dan 5 tampak jelas menunjukkan jumlah individu antara predator pada lahan Tembakau *main crop* (kontrol) dan Tembakau *main crop* dengan dikelilingi Bunga Matahari (Trap Crop), yang mana arthropoda predator pada lahan Tembakau *main crop* dengan dikelilingi Bunga Matahari (Trap Crop) lebih besar jumlahnya. Jika dilihat jumlah familinya, untuk arthropoda predator lahan Tembakau *main crop* (kontrol) terdapat 17 famili dengan family 3 tertinggi yaitu Tetranychidae, Coccinellidae, Libellulidae dan untuk parasitoid ditemukan 5 famili dengan family tertinggi yaitu Ichneumonidae, sedangkan untuk predator pada lahan Tembakau *main crop* dengan dikelilingi Bunga Matahari (Trap Crop) jumlah familinya sama dengan lahan Tembakau *main crop* (kontrol) tetapi dengan jumlah individu yg berbeda sedangkan untuk parasitoid terdapat 5 famili. Hal itu menunjukkan bahwa pada lahan Tembakau *main crop* dengan dikelilingi Bunga Matahari (Trap Crop) ada satu atau beberapa famili yang jumlah individunya mendominasi daripada lahan Tembakau *main crop* (kontrol)

Keanekaragaman dan kelimpahan spesies dihitung secara terpisah pada lahan kontrol dan lahan dengan aplikasi *trap crop* untuk melihat bagaimana kontribusi independennya. Komposisi taksa tersebut kemudian dapat dianalisis menggunakan indeks Shannon wiener dan indeks *Evenness* untuk mengetahui keanekaragaman dan pemerataan jenis (spesies *evenness*).

Keanekaragaman dihitung menggunakan indeks Shannon - Wiener sebab pengambilan sampel dilakukan secara random (acak) tanpa harus mengetahui jumlah semua anggota komunitas (Magguran, 1991). Nilai H' bertujuan untuk mengetahui derajat keanekaragaman suatu organisme dalam suatu ekosistem. Parameter yang menentukan nilai indeks keanekaragaman (H') pada suatu ekosistem ditentukan oleh jumlah spesies dan kelimpahan relatif jenis pada suatu komunitas (Price, 1975).

Diversity index yang digunakan dalam analisis data adalah *Diversity index* Shannon –Winner (H'). Indeks ini mempunyai dua komponen yang membuat indeks ini banyak digunakan untuk keragaman spesies, (1) $H' = 0$ jika hanya ada satu spesies dalam sampel, (2) H' maksimum hanya saat (jumlah total spesies dalam komunitas / S) semua spesies diwakili oleh jumlah individu yang sama, yang merupakan distribusi kelimpahan yang sempurna (Ludwig dan Reynolds, 1988).

Tabel 4. Nilai keanekaragaman dan pemerataan spesies Arthropoda Predator pada kedua lahan

Karakteristik	Lahan Kontrol (Main Crop tanpa perlakuan bunga matahari)			Lahan <i>Trap Crop</i> (Main Crop dikelilingi bunga Matahari)		
	Vegetatif	Generatif	Reproduktif	Vegetatif	Generatif	Reproduktif
Jumlah Kelas	2	2	2	2	2	2
Jumlah Ordo	6	6	6	6	6	6
Jumlah Famili	17	17	17	17	17	17
Jumlah Spesies	33	33	14	33	33	24
Jumlah Individu	314	398	26	356	365	61
H'	3.11	3.14	2.44	3.21	3.25	2.93
E	0.89	0.89	0.92	0.91	0.93	0.92
Imh	Vegetatif	: 0.8754				
	Generatif	: 0.9121				
	Reproduktif	: 0.81				

Nilai keanekaragaman (H') Arthropoda predator pada lahan kontrol dan lahan *trap crop* menunjukkan nilai yang tinggi (3.11 dan 3.21) pada fase vegetatif kemudian meninggi pada fase generatif (3.14 dan 3.25) dan sedikit menurun pada fase reproduktif/pemasakan (2.25 dan 2.93). Pada kedua lahan pada fase vegetatif dan reproduktif menunjukkan nilai >3 artinya keanekaragamannya tinggi dan pada fase generatif menunjukkan nilai antara 1-3 yang berarti keanekaragamannya sedang, ini mengindikasikan bahwa *trap crop* bunga matahari ternyata mampu berpengaruh pada nilai keanekaragaman. Karena nilai keanekaragaman pada lahan *trap crop* lebih tinggi dibandingkan lahan kontrol pada ketiga fase. Sedangkan nilai keanekaragaman (H') untuk Arthropoda parasitoid pada lahan kontrol dan lahan *trap crop* menunjukkan nilai yang rendah yaitu (1.82 dan 1.81) pada fase vegetatif kemudian meninggi pada fase generatif (1.85 dan 1.90) dan sedikit menurun pada fase reproduktif/pemasakan (1.79 dan 1.80), nilai keanekaragaman yang rendah mengindikasikan bahwa *trap crop* bunga matahari kurang berpengaruh terhadap kehadiran parasitoid.

Tabel 5. Nilai keanekaragaman dan kemerataan spesies Arthropoda Parasitoid pada kedua lahan

Karakteristik	Lahan Kontrol (Main Crop tanpa perlakuan bunga matahari)			Lahan <i>Trap Crop</i> (Main Crop dikelilingi bunga Matahari)		
	Vegetatif	Generatif	Reproduktif	Vegetatif	Generatif	Reproduktif
Jumlah Kelas	1	1	1	1	1	1
Jumlah Ordo	4	4	4	4	4	4
Jumlah Famili	5	5	5	5	5	5
Jumlah Spesies	8	8	8	8	8	8
Jumlah Individu	99	151	50	121	172	57
H'	1.82	1.85	1.79	1.81	1.90	1.80
E	0.88	0.92	0.89	0.87	0.91	0.86

	Vegetatif	: 0.9883
Imh	Generatif	: 0.9954
	Reproduktif	: 0.9927

Berdasarkan tabel 4 Nilai H' untuk arthropoda parasitoid pada semua fase di kedua lahan hampir sama, berkisar antara 1-3 yang tergolong kategori keanekaragaman sedang, penyebaran jumlah individu tiap spesies sedang dan kestabilan komunitas sedang (Odum, 1993). Nilai H' dalam kategori sedang ini disebabkan karena spesies yang ditemukan di kedua lahan tidak beragam. Banyaknya spesies dalam suatu komunitas dan kelimpahan dari masing-masing spesies tersebut menyebabkan semakin kecil jumlah spesies dan variasi jumlah individu dari tiap spesies atau ada beberapa individu yang jumlahnya lebih besar, maka keanekaragaman ekosistem tembakau akan mengecil pula (Oka, 2005).

Nilai kemerataan jenis (E) Arthropoda predator pada lahan kontrol dan lahan *trap crop* menunjukkan nilai yang tinggi (0.89 dan 0.91) pada fase vegetatif kemudian meninggi pada fase generatif (0.89 dan 0.93) dan sedikit menurun pada fase reproduktif/pemasakan (0.71 dan 0.92), artinya pada fase vegetatif penyebaran spesiesnya masih rendah kemudian meninggi pada fase generatif dan sedikit menurun pada fase reproduktif. *Trap crop* bunga matahari ternyata juga berpengaruh pada nilai kemerataan jenis karena nilainya lebih tinggi pada fase generatif dan reproduktif/pemasakan serta rendah pada fase vegetatif saja. Sedangkan untuk serangga parasitoid Nilai kemerataan jenis (E) pada lahan kontrol dan lahan *trap crop* menunjukkan nilai yang tinggi (0.88 dan 0.87) pada fase vegetatif kemudian meninggi pada fase generatif (0.92 dan 0.91) dan sedikit menurun pada fase reproduktif/pemasakan (0.89 dan 0.86), artinya pada fase vegetatif penyebaran spesiesnya masih rendah kemudian meninggi pada fase generatif dan sedikit menurun pada fase reproduktif.

Indek kemerataan yang mendekati 1 menunjukkan bahwa kondisi habitat pada semua stasiun pengamatan adalah heterogen,

artinya sumber daya alami pendukung kehidupan arthropoda predator dan parasitoid keberadaannya merata pada semua habitat. Hal ini sesuai dengan pernyataan Matdoan (1996), bahwa keberadaan individu masing – masing spesies pada suatu lokasi cukup berimbang jika nilai indeks kemerataan relatif mendekati 1. Nilai kemerataan yang mendekati 1 pada penelitian ini kemungkinan disebabkan adanya herbivora yang melimpah sehingga menyediakan nutrisi yang cukup bagi arthropoda predator dan parasitoid.

Indeks kesamaan komunitas yang digunakan adalah morishita-horn karena indeks ini dapat menghitung secara kuantitatif, sehingga dapat mengetahui proporsi dan juga kelimpahan individu (Magguran, 1991).

Dari hasil perhitungan indeks Morishita-Horn, untuk arthropoda predator pada kedua lahan menunjukkan nilai kesamaan komunitas untuk fase vegetatif sebesar 0.8754, fase generatif sebesar 0.9121, dan fase reproduktif sebesar 0.81, sedangkan indeks morisita horn untuk arthropoda parasitoid pada fase vegetatif sebesar 0.9883, fase generatif sebesar 0.9954, dan fase reproduktif sebesar 0.9927. Nilai indeks kesamaan komunitas mendekati 1 berarti komunitas tersebut mempunyai kemiripan spesies yang sama dikarenakan pada fase generatif merupakan fase tumbuhnya pembentukan malai hingga bunga, pada fase vegetatif merupakan fase awal pertumbuhan hingga malai dan pada fase reproduktif merupakan fase pembungaan sampai daun siap dipanen. Tingginya nilai indeks kesamaan komunitas di kedua lahan disebabkan oleh lahan yang berdekatan, faktor tepi atau jarak kedua lahan yang hanya sekitar 2 m.

Komposisi arthropoda yang mendominasi pada kedua lahan hampir sama, yaitu famili Tetranychidae, Coccinellidae, dan Libellulidae dengan persentase ketiganya lebih dari 10 %. Menurut Odum (1971) *cit.* Suin (2001), dua ekosistem dapat dikatakan memiliki kesamaan komunitas dalam arti tidak berbeda nyata, bila indeks kesamaan komunitasnya lebih dari 10 %. Suatu lokasi yang memiliki persamaan jumlah jenis dengan lokasi lain

belum tentu dikatakan bahwa struktur komunitas tersebut hampir sama. Indeks kesamaan komunitas dihitung untuk mengetahui apakah antara kedua lokasi yang diamati hampir sama atau tidak sama sekali.

Pengendalian dengan memanfaatkan musuh alami atau secara biologis adalah kerja dari faktor biotis seperti parasitoid, predator dan pathogen terhadap mangsa atau inang, sehingga menghasilkan suatu keseimbangan umum yang lebih rendah daripada keadaan yang ditunjukkan apabila faktor tersebut tidak ada atau tidak bekerja. Keberadaan musuh alami hama sangat penting dalam menentukan populasi hama (herbivora) tersebut. Parasitoid dan predator mampu menurunkan populasi hama, serta dapat mematikan dan mempengaruhi perkembangan hama, menurunkan kemampuan reproduksi, serta menurunkan ketahanan hama terhadap predator, parasitoid, dan patogen lainnya (Wardojo, 1986).

4.2 Hubungan Kelimpahan Antara Musuh Alami (Predator dan Parasitoid) dengan Serangga Herbivora

Arthropoda predator memangsa arthropoda herbivora, sehingga tingginya populasi arthropoda predator tergantung oleh arthropoda herbivora dan populasi arthropoda herbivora dapat dihindari atau dikurangi. Komposisi jumlah arthropoda predator yang tinggi ini secara tidak langsung akan diikuti dengan tingginya jumlah arthropoda herbivora, yang memangsa arthropoda herbivora sebagai makanannya.

Hal itu dapat dibuktikan secara statistik dengan menggunakan regresi, yang menunjukkan nilai positif yang berarti perubahan yang terjadi berbanding lurus yaitu jika predator naik maka jumlah herbivora juga akan meningkat.

Tabel 3 . Korelasi Antara Musuh Alami dengan Herbivora

Lahan	Predator vs Herbivora		Parasitoid vs Herbivora	
	Pearson	P Value	Pearson	P Value
Tembakau Main Crop	0.362	0.490	0.152	0.422

(Kontrol)				
Tembakau				
<i>Main</i>	<i>Crop</i>			
dengan				
dikelilingi oleh	0.510	0.004	0.263	0.161
Bunga Matahari				
<i>(Trap crop)</i>				

Pada tabel 3 menunjukkan nilai kolerasi antara predator dan herbivora. Nilai korelasi antara (0-1). Jika nilai menunjukkan tanda positif maka nilai antara 0 -1, sedangkan jika nilai menunjukkan negative maka berkebalikan (-1 0). Dikatakan berkorelasi signifikan jika nilainya >0.5 , sedangkan dari hasil perhitungan tabel 3 didapatkan nilai 0.51, sehingga dapat dikatakan bahwa kolerasi antara serangga predator dan herbivore adalah signifikan (+). Sedangkan untuk nilai P value dikatakan signifikan jika nilai kurang dr alfa (5%/ 0.05), berdasarkan tabel 3, dapat diindikasikan bahwa nilai tersebut signifikan (0.004)

Pada pengujian statistik, menurut table 3 jika diuji dengan korelasi pearson maka antara predator dan herbivore pada lahan *trap crop* termasuk korelasi positif signifikan dengan nilai > 0.5 pada lahan *trap crop* jika dilihat dari P- value kurang dari 0,05 maka dapat diasumsikan bahwa pengaruhnya cukup signifikan. individu famili Tetranychidae dikarenakan adanya famili lain yaitu arthropoda herbivora yang merupakan nutrisi makanan bagi arthropoda predator.

Pada tabel 3 juga menjelaskan nilai kolerasi antara parasitoid dan herbivora, dari hasil perhitungan didapatkan nilai 0.263, sehingga dapat dikatakan bahwa kolerasi antara serangga parasitoid dan herbivore pada lahan *trap crop* adalah kurang signifikan signifikan (+). Sedangkan untuk nilai P value dikatakan signifikan jika nilai kurang dr alfa (5%/ 0.05), berdasarkan tabel 3, dapat diindikasikan bahwa nilai tersebut juga kurang signifikan (0.161).

Perbedaan hasil ini diakibatkan oleh pengaruh penggunaan *insectary plant Helianthus annuus* sebagai

modifikasi habitat yang menyebabkan berkurangnya jumlah Arthropoda herbivora yang bersifat hama.

Pada analisa regresi yang ditunjukkan pada keterangan lampiran 12 dan 13 nilai masing - masing lahan hampir sama, namun terdapat perbedaan yaitu pada R^2 (R square) atau koefisien determinasi. Koefisien determinasi adalah besarnya sumbangan pengaruh yang diberikan faktor kepada respon, dimana faktor disini adalah herbivora dan responnya yaitu predator. Sehingga semakin tinggi R^2 maka semakin besar pengaruh herbivora terhadap predator, dan hal itu berlaku pada Lahan Tembakau *main crop* (kontrol) dengan R^2 sebesar 13% dan Lahan Tembakau *main crop* dengan dikelilingi bunga Matahari (*Trap Crop*) dengan R^2 (R square) sebesar 25,9%, sedangkan tidak berlaku nilai pada parasitoid yaitu 2,31% dan 6,9%. Pada gambar komposisi yang menunjukkan bahwa jumlah individu tertinggi pada Lahan Tembakau *main crop* dengan dikelilingi bunga Matahari (*Trap Crop*) adalah famili Tetragnathidae. Hal itu menunjukkan bahwa kenaikan jumlah.

Dari hasil penelitian ini ditemukan serangga predator dan parasitoid yang dapat diteliti efektifitasnya bagi usaha pengendalian serangga hama secara hayati. Pengendalian hama secara hayati ini berdasarkan prinsip bahwa di alam, rantai dan jaring-jaring makanan masih utuh, sehingga kestabilan populasi serangga merupakan hasil hubungan antara serangga hama dengan tumbuhan inangnya, serangga predator dan parasitoid sebagai musuh alami, dan faktor-faktor fisik lingkungan.

Melimpahnya suatu spesies tertentu tidak lepas dari hubungan prey dan predator yang terjadi didalam suatu habitat. Pada beberapa arthropoda herbivore, mereka dapat hidup dan bertahan pada beberapa tipe habitat dan memakan makanan yang general sehingga jika disuatu habitat, contoh pada lahan *trap crop* terdapat dua jenis tanaman yakni tembakau dan bunga matahari sedangkan pada lahan kontrol hanya terdapat satu tumbuhan saja. Pada penelitian Sutego (2013), tingkat kerusakan daun yang parah terjadi pada lahan *Trap crop* ini dapat diasumsikan bahwa

modifikasi habitat yang dilakukan cukup efisien dalam mengundang serangga herbivora, sedangkan pada penelitian ini kelimpahan serangga predator dan parasitoid juga ditemukan pada lahan *trap crop*, sehingga dapat dikatakan bahwa meningkatnya jumlah prey sejalan dengan meningkatnya musuh alami (predator dan parasitoid).

Tetragnatha maxillosa memiliki ciri-ciri tubuh panjang, tungkai – tungkainya panjang, dan mata terdapat dalam dua baris. Perilaku spesies ini melompat dan memanjat dengan cepat diantara batang dan daun – daun untuk mendapatkan mangsa dengan cara mengejar dan menyambarnya, masing-masing spesies laba-laba memiliki perbedaan waktu memangsa. *T. maxillosa* (Tetragnathidae) dijumpai paling sering melakukan pemangsaan pada malam dan siang hari. Tetragnathidae merupakan laba-laba yang aktif pada malam hari (nocturnal) dan juga siang hari.. Costello & Daane (2005) juga menyatakan hal yang sama, yakni sebagian besar anggota famili Araneidae, Tetragnathidae, dan Lycosidae merupakan laba-laba nocturnal dan diurnal. Ini lah yang menyebabkan jumlah individu family ini memiliki nilai yang tinggi. *Tetragnatha javana* merupakan spesies dari famili Tetragnathidae yaitu laba-laba yang sangat memanjang dan sangat tipis, berkaki panjang ber-*chelicerae* (rahang) besar, spesies ini merupakan Arthropoda karnivor yang memakan agas, serta larva Arthropoda herbivora (Litsinger, *et al.*, 1995). Makanan dari arthropoda famili Tetragnathidae khususnya *Tetragnatha maxillosa* salah satunya seperti yang dilaporkan oleh Sutego, 2013 adalah herbivora seperti *Spodoptera litura* merupakan herbivora generalis yang berarti dapat memakan segala macam jenis daun.

Crocothemis servilia memiliki 4 sayap yang berselaput dan banyak sekali urat sayapnya. Bentuk kepala besar dengan mata yang besar pula. Antena berukuran pendek dan ramping. Capung ini memiliki toraks yang kuat dan kaki yang sempurna. Abdomen panjang dan ramping, tidak mempunyai ekor, tetapi memiliki berbagai bentuk umbai ekor yang telah berkembang

dengan baik. Mata capung sangat besar dan disebut mata majemuk, terdiri dari banyak mata kecil yang disebut ommatidium. Faktor yang mempengaruhi kepadatan jumlah individu spesies *Crocothemis servilia* adalah daerah sekitarnya masih terdapat genangan air diduga disebabkan antara lain oleh faktor siklus hidup, Menurut Hidayah (2008) pada umumnya capung dewasa meletakkan telur dan nimfanya di dalam air, setelah dewasa capung akan terbang bebas melakukan kegiatannya. Capung lebih menyukai tanah yang lembab atau berair. Menurut Sofyan (2010) biasanya capung tidak akan pernah jauh dari sumber air. Dimana capung sangat bergantung pada habitat perairan. Selain faktor siklus hidup, suhu dan kelembaban juga mempengaruhi kepadatan jumlah *Crocothemis servilia*, karena jenis spesies tertentu memiliki persyaratan suhu lingkungan yang optimum bagi kehidupannya.

Micaspis lineate merupakan Salah satu spesies dari family Coccinellidae yang banyak ditemukan menurut Van basten (2011) serangga ini memiliki mangsa *Bemisia tabaci* (kutu kebul) famili Alaeyrodidae. Seperti pada penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Sutego (2013) menyatakan bahwa serangga ini banyak ditemukan pada fase generativ dan jumlahnya menurun pada fase reproduktif.

Pipunculus sp smenurut Evan Brunetti, 1922 pada buku Indian Pipunculids (Diptera Pipunculidae : A Comprehensive Monograph) mengemukakan bahwa serangga ini memparasiti belalang daun, hal ini sejalan dengan penelitian Sutego (2013) yang menyatakan salah satu hama (serangga herbivora) tertinggi adalah belalang dari spesies *Locusta migratoria* dan *Valanga nigricornis* yang dilaporkan menyerang tanaman *main crop* dan juga *trap crop*, ini berarti serangga tersebut merupakan serangga generalis yang memakan segala jenis daun (lihat lampiran 15).

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang dilakukan dan pengambilan hasil spesimen koleksi basah dan koleksi kering dari lokasi penelitian dapat disimpulkan bahwa pengaruh fragmentasi habitat dengan trap crop terhadap arthropoda predator adalah

1. Persamaan komposisi famili untuk Arthropoda Predator dari kedua lahan baik yaitu Lahan Tembakau *main crop* (Kontrol) maupun Lahan Tembakau *main crop* dengan dikelilingi Bunga Matahari (*Trap Crop*) di dominasi 3 famili yaitu Tetranychidae, Coccinellidae, Libellulidae. Sedangkan untuk Arthropoda Predator dari kedua didominasi 3 famili yaitu Pipunculidae, Ichneumonidae, dan Pentatomidae
2. Perbedaan kelimpahan taksa untuk Arthropoda Predator dan Parasitoid dari kedua lahan pada setiap fase pertumbuhan berbeda dan mengalami dinamika yang dinamis. Terdapat beberapa beberapa spesies yang tidak ditemukan pada saat fase reproduktif, tetapi ditemukan pada saat fase vegetative dan generatif
3. Indeks Shannon - wiener di kedua lahan pada setiap fase pertumbuhan tembakau adalah tergolong tinggi.
4. Indeks kesamaan komunitas Morishita Horn antara kedua lahan Lahan Tembakau *main crop* (Kontrol) maupun Lahan Tembakau *main crop* dengan dikelilingi Bunga Matahari didapatkan nilai pada fase vegetatif, fase generatif, fase reproduktif dengan nilai indeks kesamaan komunitas mendekati 1 berarti komunitas tersebut mempunyai kemiripan spesies yang sama.
5. Berdasarkan analisis statistika tren kelimpahan musuh alami (Predator dan Parasitoid) terhadap herbivora, modifikasi habitat memiliki pengaruh yang signifikan

terhadap Predator dan Herbivora pada lahan *Trop crop* (Pearson 0.510 dan P Value 0.004), sedangkan terhadap Predator dan Herbivora pada lahan Kontrol serta Parasitoid dan Herbivora pada lahan *Trap Crop* dan Kontrol menunjukkan nilai yang kurang signifikan.

5.2 Saran

1. Penelitian ini perlu dilakukan penelitian lanjutan mengenai pengaruh fragmentasi habitat dengan trap crop terhadap arthropoda predator serta parasitoid yang lebih difokuskan pada perannya, terutama arthropoda predator yang dapat berpotensi sebagai musuh alami seperti Tetranychidae, Coccinellidae, Libellulidae dan arthropoda parasitoid yang dapat berpotensi sebagai musuh alami seperti Pipunculidae, Ichneumonidae, dan Pentatomidae.
2. Penelitian mengenai pengaruh modifikasi habitat dengan trap crop terhadap arthropoda predator serta parasitoid ini sebaiknya dilakukan dengan pemanfaatan musim tanam yang berbeda untuk melihat kecenderungan perbedaan komposisi arthropoda musuh alami pada masing - masing fase pertumbuhan Tembakau.

Lampiran 1. Data arthropoda Predator pada lahan Kontrol per HST

Species	FASE VEGETATIF												Σ	FASE GENERATIF												Σ	FASE REPRODUKTIF												Σ
	20 HST		30 HST		40 HST		50 HST		60 HST		70 HST			80 HST		90 HST		100 HST		110 HST																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	2		3	4	5	6	7	8	9	10	11	12																
<i>Tetragnatha maxillosa</i>				1	1	1	3	2	9	2	2	1	11	4	2	39	1	3	3	1	21	2	11	2	44					1	0								
<i>Tetragnatha javana</i>									1							4		1	1				1	3						0									
<i>Singa sp.</i>									1							2		1	1					2						0									
<i>Dolomedes sp.</i>					1					1						2		2	1	1	1	1		6						0									
<i>Leucoge sp.</i>											1	1	2			1	3	1					1	6						0									
<i>Thomisidae sp 1</i>				2								1	3							1			1							0									
<i>Lycosa sp.</i>					3	2						5				2	1		2	5									1	1									
<i>Oryopes javanus</i>							1	2				2	5				1	2	3				1	1						0									
<i>Paederus fuscipes</i>									1	1	1	3		1	2	1			4										1	1									
<i>Ophionea indica</i>		1		1	1	1						4		1	1	1	1	3	2											0									
<i>Coselophora inaequalis</i>						8	1				2	2		8	2	3	1	2	3	1		2	14							0									
<i>Microaspis lineata</i>		1			2	2							5	1	2	1		1	2	7										0									
<i>Stenolophus sp.</i>				2	5	1	4	1		1			14	2			3	3		8										0									
<i>Larva Coccinellidae sp. 1</i>								1	1		2	2		6	2	2		2	2											0									
<i>Harmonia sp.</i>			1				2					2	9	1	2	2		2	2	3	11	23						2	2	0									
<i>Menochilus sexmaculatus</i>					2	1							3	1			2		1	4										0									
<i>Microstiplichna sparsa</i>		2	3	6				2	1	4			18	1	3	2	2	4		2	4	18					1	1	1	3									
<i>Microaspis transversalis</i>						2	2	3			6		13	1	1	2	2	2	6	3		17								1	1								
<i>Nomada goodeniana</i>									1	1	1		3	2	1					3										0									
<i>Euschistus sp</i>						1	2					1	4	5	1					6										0									
<i>Spilostethus hospes</i>								1			2	3		3	1		2		3											0									
<i>Andrallus spinipes</i>			2	2			4	3			3	14	1	2		4	5	1	1	14								2	2	0									
<i>Andrallus spinipes</i>		2	2				4	3			3	14	1	2		4	5	1	1	14								2	2	0									
<i>Agriocnemis pygmaea</i>		1	2			1	3			1	3	11			2	4	5		6	17			2	1	1					0									
<i>Crocethemus servilis</i>			6	1	1	1			11	21		8	5		3	9	3	12	2	21	35			2						2									
<i>Diplacodes orivialis</i>			6		3				3			12	2		6		7		6	21	1	1	1		2					5									
<i>Orihetrum sabina</i>				1	2		1	1	1	4	3	13	1	4		5		5	5	26										0									
<i>Orihetrum Sabina</i>		1	1	1	3	4	3					13	2	4		4	1	5	16											0									
<i>Anaxipha longipennis</i>						2	2			2	2		8	2		1	3		2	8								1	1	0									
<i>Conoscephalus longipennis</i>		1	1	1	2		2	1	2	2		12	2		2	2	3	2	11											0									
<i>Grylotalpa orientalis</i>		1	1		1	3			1			7	1	3			5		9											0									
<i>Methiote vittaticollis</i>								2	1	2		2	7				16		16									1	1	0									
<i>Tenodera sp</i>						5	2	1	2	10						1		12	1	14										0									
<i>Hierodula venosa</i>				1								2					1													1									
	1	3	7	27	15	20	25	30	34	11	34	16	50	24	37	314	27	17	34	96								1	7	3	26								

Lampiran 2. Data arthropoda Predator pada lahan *Trap Crop* per HST

Spesies	FASE VEGETATIF															Σ	FASE GENERATIF												Σ	FASE REPRODUKTIF									Σ
	20 HST			30 HST			40 HST			50 HST			60 HST				70 HST			80 HST			90 HST			100 HST				110 HST									
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3		1	2	3							
<i>Tetragnatha maxillosa</i>				1	2	1	2	1	3	6	4	1	4	1	4	30	13			2	8	1		24	1							1							
<i>Tetragnatha javana</i>					1				1					1	1				1		1	1	3				1					1							
<i>Singa sp.</i>					1				1			1				3			1		1		2				1					1							
<i>Dolomedes sp.</i>					1						1					2				2			1	3				1				1							
<i>Leucauge sp.</i>											1	1				2				1			4	5								0							
<i>Thomisidae sp 1</i>					2					1						3						1	1				2					2							
<i>Lycosa sp.</i>					4	2				1						7	1		1	2	1		3	8					1	2		3							
<i>Oxyopes javanus</i>							1		1	1			2			5	1			1			2			2	1		2			3							
<i>Paederus fuscipes</i>		1										1		4		6			3		2			5	1			1				2							
<i>Ophiomea indica</i>										2		1		2		5					11		1	12								0							
<i>Coelophora inaequalis</i>		1		1				4		2		2		2		2	10		1	2	3	3	1	3	2	15						0							
<i>Microaspis lineata</i>									2		2	2	2		2	8	1					3	2		7							0							
<i>Stenolophus sp.</i>				1	4	1		6	3			1	1	1		17		2	2	6	2	2	1	13			1					1							
<i>Larva Coccinellidae sp.1</i>				1	1		1				1	1	1	1	6		1	2	1		1	1	2	8				1	1			1							
<i>Harmonia sp.</i>									2	3		6	2		13					12	2	2	2	8	26							0							
<i>Menochilus sexmaculatus</i>					1				2							3		1	1	2				4								0							
<i>Henosepilachna sparsa</i>									7		3	7	5		22		5	5	5	5	3	18						1		2									
<i>Microaspis transversalis</i>		1						1	2		4	5			13		3	4	4	4	4	4	19						1	1		1							
<i>Nomada goodeniana</i>										1	2				3	1		2	1				4			1	1	1	2			5							
<i>Euschistus sp</i>		1						1	4	1		8	7		22					3	3	6								2	2								
<i>Spilostethus hospes</i>				1			1	2	3	3	3	3			13							1	2	3		1						1							
<i>Andrallus spinides</i>							1	1	1						3		5	5		1	3	14										0							
<i>Andrallus spinides</i>						1	1	1							3		5	5		1	3	14										0							
<i>Agriocnemis pygmaea</i>					1					2		1			4		4	3	2	2		11	22		2							2							
<i>Crocotemis servilla</i>									1				1	1	3		3	8		2	1		1	8	23			1	1	1	1	4							
<i>Diaplocodes trivialis</i>								1		12			11		24				3	9			9	21		2		2	2			6							
<i>Orthetrum sabina</i>		1					12					3	7		23		6	1	6	1	4	2	20				1	3	2			6							
<i>Orthetrum Sabina</i>				1	2	5		6			3		6		23			3		6	1	6	16		3	2		2	1			8							
<i>Anaxipha longipennis</i>					13				3	2	2	2		2	22		2	2	2		2	8										0							
<i>Conocephalus longipennis</i>						1			7		6				1	15		3	2		3	3	11					2				2							
<i>Gryllotalpa orientalis</i>					6		1		1	6	1	7	1	1	24				5				2	9				1	2			3							
<i>Methioche vittaticollis</i>				1	1					3		2	2		9	1			2	1	2	5	16		1							1							
<i>Tenodera sp</i>		2			1	2		5		5	6				21	3	2	2	3		1	2	2	15			1					1							
<i>Hierodula venosa</i>					2	1				4					7		7				1								1			1							
																0							2									0							
						1										1								0									0						
	3	4	1	10	39	12	14	27	35	50	44	36	42	41	18	376	20	19	39	44	46	59	38	35	67	367	2	10	15	14	13	8	62						
	8			61				76			130			101			78			149			140				27			35									

Lampiran 3. Data arthropoda Predator pada lahan Kontrol per HST

TAKSONOMI				FASE VEGETATIF												FASE GENERATIF												FASE REPRODUKTIF											
No.	Kelas	Ordo	Famili	Spesies	20 HST			30 HST			40 HST			50 HST			60 HST			Σ	70 HST			80 HST			90 HST			Σ	100 HST			110 HST			Σ		
					1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3		1	2	3	1	2	3	1	2	3		1	2	3	1	2	3			
1	Insecta	Diptera	Pipunculidae	<i>Pipunculus</i> sp.				1	2	1	4	2	4	6	4	1	4	1	4	34	13	2	4	5	2	2	15	1	12	56	1	12	5	21					
2	Insecta	Hemiptera	Pyrrhocoridae	<i>Dysdercus cingulatus</i>				1		3	1	2		2	1	1		2	13	3			1	3	1	1	1	10		1	1	2	5						
3	Insecta	Hemiptera	Pentatomidae	<i>Euschistus servus</i>				1		1	1	3	1		4		3	14				1	6	7	1		5	20		1	2	1	4						
4	Insecta	Hymenoptera	Ichneumonidae	<i>Charops brachypterus</i>				1	1	1	1	2	3		2	1	1		1	14			4		3	2		4	1	14		1	1	1	3				
5	Insecta	Hymenoptera	Ichneumonidae	<i>Xanthopimpla</i> sp.											1	1	2	3	7				1	1	4		4	10	1	1		1	3						
6	Insecta	Hymenoptera	Ichneumonidae	<i>Charops</i> sp 1					2			1		1	2	6							3	3	2	3	1	5	17		2		2	4					
7	Insecta	Hymenoptera	Ichneumonidae	<i>Anaeromorpha</i> sp.					4	2				1	1	2	10		10	1	3	1	2	3	1	3	2	3	16		2	1	2	5					
8	Insecta	Coleoptera	Chrysomelidae	<i>Alicia</i> sp										1						1			1	1		1	2	2	1	8	2		2	1	5				
					0	0	1	2	9	6	9	7	8	13	9	5	12	4	14	99	14	6	12	18	22	13	24	16	26	151	4	15	8	10	9	4	50		

Lampiran 4. Data arthropoda Parasitoid pada lahan Trap Crop per HST

TAKSONOMI					FASE VEGETATIF														FASE GENERATIF										FASE REPRODUKTIF							
No.	Kelas	Ordo	Famili	Spesies	20 HST			30 HST			40 HST			50 HST			60 HST			Σ	70 HST			80 HST			90 HST			Σ	100 HST			Σ		
					1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3		1	2	3	1	2	3	1	2	3		1	2	3			
1	Insecta	Diptera	Pipunculidae	<i>Pipunculus</i> sp.		1	2	1	2	4	8	2	4	6	4	2	4	3	4	47	12	2	5	6	3	3	15	1	12	59	3	13	5	3	24	
2	Insecta	Hemiptera	Pyrrhocoridae	<i>Dysdercus cingulatus</i>					1		2	1	2		2	1	1		2	12		2	2	1	2	1	1		1	10			3		2	5
3	Insecta	Hemiptera	Pentatomidae	<i>Euschistus servus</i>					1			1	1	3	1		3		3	13		2	1	5	7	1	1		5	22		1	2	1	4	
4	Insecta	Hymenoptera	Ichneumonidae	<i>Charops brachypterus</i>		1	1	1	1	2	3			2	1	1	2	1	16			6	2	2	2	4	1	15		1	1	1	1	1	4	
5	Insecta	Hymenoptera	Ichneumonidae	<i>Xanthopimpla</i> sp.								1	1	1	1	2	2	3	9			2	2	1	1	4		4	14	1	1	2	1	5		
6	Insecta	Hymenoptera	Ichneumonidae	<i>Charops</i> sp 1						2		1		1	2	1	2	9			2	2	2	3	2	4	1	5	21		1	1	1	2	4	
7	Insecta	Hymenoptera	Ichneumonidae	<i>Anaeromorpha</i> sp.					4	2					1	1	1	2	12		1	1	4	1	2	1	3	2	3	18	1	2	1	2	6	
8	Insecta	Coleoptera	Chrysomelidae	<i>Alicia</i> sp									1	2					3		1	2	1	2	1	2	2	1	13	2	2	1	1	5		
					0	1	3	2	9	9	12	7	10	14	12	8	14	6	14	121	14	13	23	17	22	15	26	16	26	172	7	18	11	9	8	57

Lampiran 5. Tabel Keanekaragaman Spesies Predator
Berdasarkan Fase Pertumbuhan Tembakau pada Lahan Kontrol

Fase Vegetatif										
No	Famili	Spesies	Jumlah	Di (%)	pi	LN pi	pi LN pi	$\sum \pi \ln \pi$	H'	E
1	Tetragnathidae	<i>Tetragnatha maxillosa</i>	39	12.42038	0.124204	-2.08583	-0.25907	3.114633	3.114633	0.890784
2	Tetragnathidae	<i>Tetragnatha javana</i>	4	1.273885	0.012739	-4.3631	-0.05558			
3	Araneidae	<i>Singa sp.</i>	2	0.636943	0.006369	-5.05625	-0.03221			
4	Pisauridae	<i>Dolomedes sp.</i>	2	0.636943	0.006369	-5.05625	-0.03221			
5	Tetragnathidae	<i>Leucauge sp.</i>	2	0.636943	0.006369	-5.05625	-0.03221			
6	Thomisidae	<i>Thomisidae sp 1</i>	3	0.955414	0.009554	-4.65078	-0.04443			
7	Lycosidae	<i>Lycosa sp.</i>	5	1.592357	0.015924	-4.13996	-0.06592			
8	Lycosidae	<i>Oxyopes javanus</i>	5	1.592357	0.015924	-4.13996	-0.06592			
9	Staphylinidae	<i>Paederus fuscipes</i>	3	0.955414	0.009554	-4.65078	-0.04443			
10	Carabidae	<i>Ophionea indica</i>	4	1.273885	0.012739	-4.3631	-0.05558			
11	Coccinellidae	<i>Coelophora inaequalis</i>	8	2.547771	0.025478	-3.66995	-0.0935			
12	Coccinellidae	<i>Micraspis lineata</i>	5	1.592357	0.015924	-4.13996	-0.06592			
13	Carabidae	<i>Stenolophus sp.</i>	14	4.458599	0.044586	-3.11034	-0.13868			
14	Coccinellidae	<i>Larva Coccinellidae sp. 1</i>	6	1.910828	0.019108	-3.95763	-0.07562			
15	Coccinellidae	<i>Harmonia sp.</i>	9	2.866242	0.028662	-3.55217	-0.10181			
16	Coccinellidae	<i>Menochilus sexmaculatus</i>	3	0.955414	0.009554	-4.65078	-0.04443			
17	Coccinellidae	<i>Henosepilachna sparsa</i>	18	5.732484	0.057325	-2.85902	-0.16389			
18	Coccinellidae	<i>Micraspis sp</i>	13	4.140127	0.041401	-3.18444	-0.13184			
19	Apidae	<i>Nomada goodeniana</i>	3	0.955414	0.009554	-4.65078	-0.04443			
20	Pentatomidae	<i>Euschistus sp</i>	4	1.273885	0.012739	-4.3631	-0.05558			
21	Lygaeidae	<i>Spilostethus hospes</i>	3	0.955414	0.009554	-4.65078	-0.04443			
22	Pentatomidae	<i>Andrallus spinides</i>	14	4.458599	0.044586	-3.11034	-0.13868			
23	Coenagrionidae	<i>Agriocnemis pygmaea</i>	11	3.503185	0.035032	-3.3515	-0.11741			
24	Libellulidae	<i>Crocothemis servilia</i>	50	15.92357	0.159236	-1.83737	-0.29257			
25	Libellulidae	<i>Diplacodes trivialis</i>	12	3.821656	0.038217	-3.26449	-0.12476			
26	Libellulidae	<i>Orthetrum sabina</i>	13	4.140127	0.041401	-3.18444	-0.13184			
27	Libellulidae	<i>Orthetrum Sabina</i>	13	4.140127	0.041401	-3.18444	-0.13184			
28	Tettigonidae	<i>Anaxipha longipennis</i>	8	2.547771	0.025478	-3.66995	-0.0935			
29	Tettigonidae	<i>Conocephalus longipennis</i>	12	3.821656	0.038217	-3.26449	-0.12476			
30	Mantidae	<i>Hierodula venosa</i>	7	2.229299	0.022293	-3.80348	-0.08479			
31	Gryllotalpidae	<i>Gryllotalpa orientalis</i>	7	2.229299	0.022293	-3.80348	-0.08479			
32	Gryllidae	<i>Methioche vittaticollis</i>	10	3.184713	0.031847	-3.44681	-0.10977			
33	Mantidae	<i>Tenodera sp</i>	2	0.636943	0.006369	-5.05625	-0.03221			
Σ			314	100	1					

Fase Generatif										
No	Famili	Spesies	Jumlah	Di (%)	pi	LN pi	pi LN pi	Σ pi LN pi	H'	E
1	Tetragnathidae	<i>Tetragnatha maxillosa</i>	44	11.05528	0.110553	-2.20226	-0.24347	-3.14407	3.144073	0.899204
2	Tetragnathidae	<i>Tetragnatha javana</i>	3	0.753769	0.007538	-4.88784	-0.03684			
3	Araneidae	<i>Singa sp.</i>	2	0.502513	0.005025	-5.2933	-0.0266			
4	Pisauridae	<i>Dolomedes sp.</i>	6	1.507538	0.015075	-4.19469	-0.06324			
5	Tetragnathidae	<i>Leucauge sp.</i>	6	1.507538	0.015075	-4.19469	-0.06324			
6	Thomisidae	<i>Thomisidae sp 1</i>	1	0.251256	0.002513	-5.98645	-0.01504			
7	Lycosidae	<i>Lycosa sp.</i>	5	1.256281	0.012563	-4.37701	-0.05499			
8	Lycosidae	<i>Oxyopes javanus</i>	3	0.753769	0.007538	-4.88784	-0.03684			
9	Staphylinidae	<i>Paederus fuscipes</i>	4	1.005025	0.01005	-4.60016	-0.04623			
10	Carabidae	<i>Ophionea indica</i>	9	2.261307	0.022613	-3.78923	-0.08569			
11	Coccinellidae	<i>Coelophora inaequalis</i>	14	3.517588	0.035176	-3.34739	-0.11775			
12	Coccinellidae	<i>Micraspis lineata</i>	7	1.758794	0.017588	-4.04054	-0.07106			
13	Carabidae	<i>Stenolophus sp.</i>	8	2.01005	0.020101	-3.90701	-0.07853			
14	Coccinellidae	<i>Larva Coccinellidae sp. 1</i>	8	2.01005	0.020101	-3.90701	-0.07853			
15	Coccinellidae	<i>Harmonia sp.</i>	23	5.778894	0.057789	-2.85096	-0.16475			
16	Coccinellidae	<i>Menochilus sexmaculatus</i>	4	1.005025	0.01005	-4.60016	-0.04623			
17	Coccinellidae	<i>Henosepilachna sparsa</i>	18	4.522613	0.045226	-3.09608	-0.14002			
18	Coccinellidae	<i>Micraspis sp</i>	17	4.271357	0.042714	-3.15324	-0.13469			
19	Apidae	<i>Nomada goodentana</i>	3	0.753769	0.007538	-4.88784	-0.03684			
20	Pentatomidae	<i>Euschistus sp</i>	6	1.507538	0.015075	-4.19469	-0.06324			
21	Lygaeidae	<i>Spilostethus hospes</i>	3	0.753769	0.007538	-4.88784	-0.03684			
22	Pentatomidae	<i>Andrallus spinides</i>	14	3.517588	0.035176	-3.34739	-0.11775			
23	Coenagrionidae	<i>Agriocnemis pygmaea</i>	17	4.271357	0.042714	-3.15324	-0.13469			
24	Libellulidae	<i>Crocothemis servilia</i>	55	13.8191	0.138191	-1.97912	-0.2735			
25	Libellulidae	<i>Diplacodes trivialis</i>	21	5.276382	0.052764	-2.94193	-0.15523			
26	Libellulidae	<i>Orthetrum sabina</i>	20	5.025126	0.050251	-2.99072	-0.15029			
27	Libellulidae	<i>Orthetrum Sabina</i>	16	4.020101	0.040201	-3.21386	-0.1292			
28	Tettigoniidae	<i>Anaxipha longipennis</i>	8	2.01005	0.020101	-3.90701	-0.07853			
29	Tettigoniidae	<i>Conocephalus longipennis</i>	11	2.763819	0.027638	-3.58856	-0.09918			
30	Mantidae	<i>Hierodula venosa</i>	9	2.261307	0.022613	-3.78923	-0.08569			
31	Gryllotalpidae	<i>Gryllotalpa orientalis</i>	16	4.020101	0.040201	-3.21386	-0.1292			
32	Gryllidae	<i>Methioche vittaticollis</i>	15	3.768844	0.037688	-3.2784	-0.12356			
33	Mantidae	<i>Tenodera sp</i>	2	0.502513	0.005025	-5.2933	-0.0266			
Σ			398	100	1					



Fase Reproduksi										
No	Famili	Spesies	Jumlah	Di (%)	pi	LN pi	pi LN pi	\sum pi LN pi	H'	E
1	Tetragnathidae	<i>Tetragnatha maxillosa</i>	1	3.846154	0.038462	-3.2581	-0.12531	2.44859319	2.448593	0.927829
2	Tetragnathidae	<i>Tetragnatha javana</i>	0	0	0	0	0			
3	Araneidae	<i>Singa sp.</i>	0	0	0	0	0			
4	Pisauridae	<i>Dolomedes sp.</i>	0	0	0	0	0			
5	Tetragnathidae	<i>Leucauge sp.</i>	0	0	0	0	0			
6	Thomisidae	<i>Thomisidae sp 1</i>	0	0	0	0	0			
7	Lycosidae	<i>Lycosa sp.</i>	1	3.846154	0.038462	-3.2581	-0.12531			
8	Lycosidae	<i>Oxyopes javanus</i>	1	3.846154	0.038462	-3.2581	-0.12531			
9	Staphylinidae	<i>Paederus fuscipes</i>	1	3.846154	0.038462	-3.2581	-0.12531			
10	Carabidae	<i>Ophionea indica</i>	0	0	0	0	0			
11	Coccinellidae	<i>Coelophora inaequalis</i>	0	0	0	0	0			
12	Coccinellidae	<i>Micraspis lineata</i>	0	0	0	0	0			
13	Carabidae	<i>Stenolophus sp.</i>	0	0	0	0	0			
14	Coccinellidae	<i>Larva Coccinellidae sp.1</i>	0	0	0	0	0			
15	Coccinellidae	<i>Harmonia sp.</i>	2	7.692308	0.076923	-2.56495	-0.1973			
16	Coccinellidae	<i>Menochilus sexmaculatus</i>	0	0	0	0	0			
17	Coccinellidae	<i>Henosepilachna sparsa</i>	3	11.53846	0.115385	-2.15948	-0.24917			
18	Coccinellidae	<i>Micraspis sp</i>	1	3.846154	0.038462	-3.2581	-0.12531			
19	Apidae	<i>Nomada goodenitana</i>	0	0	0	0	0			
20	Pentatomidae	<i>Euschistus sp</i>	1	3.846154	0.038462	-3.2581	-0.12531			
21	Lygaeidae	<i>Spilostethus hospes</i>	0	0	0	0	0			
22	Pentatomidae	<i>Andraillus spinides</i>	0	0	0	0	0			
23	Coenagrionidae	<i>Agriocnemis pygmaea</i>	0	0	0	0	0			
24	Libellulidae	<i>Crocothemis servilla</i>	2	7.692308	0.076923	-2.56495	-0.1973			
25	Libellulidae	<i>Diplacodes trivialis</i>	4	15.38462	0.153846	-1.8718	-0.28797			
26	Libellulidae	<i>Orthetrum sabina</i>	2	7.692308	0.076923	-2.56495	-0.1973			
27	Libellulidae	<i>Orthetrum Sabina</i>	5	19.23077	0.192308	-1.64866	-0.31705			
28	Tettigoniidae	<i>Anaxipha longipennis</i>	0	0	0	0	0			
29	Tettigoniidae	<i>Conocephalus longipennis</i>	0	0	0	0	0			
30	Mantidae	<i>Hierodula venosa</i>	1	3.846154	0.038462	-3.2581	-0.12531			
31	Gryllotalpidae	<i>Gryllotalpa orientalis</i>	0	0	0	0	0			
32	Gryllidae	<i>Methioche vittaticollis</i>	0	0	0	0	0			
33	Mantidae	<i>Tenodera sp</i>	1	3.846154	0.038462	-3.2581	-0.12531			
Σ			26	100	1					

Lampiran 6. Tabel Keanekaragaman Spesies Predator
Berdasarkan Fase Pertumbuhan Tembakau pada Lahan *Trap Crop*

Fase Vegetatif										
No	Famili	Spesies	Jumlah	Di (%)	pi	LN pi	pi LN pi	Σ pi LN pi	H'	E
1	Tetragnathidae	<i>Tetragnatha maxillosa</i>	30	8.426966	0.08427	-2.47373	-0.20846	-3.21381	3.213805	0.919147
2	Tetragnathidae	<i>Tetragnatha javana</i>	4	1.123596	0.011236	-4.48864	-0.05043			
3	Araneidae	<i>Singa sp.</i>	3	0.842697	0.008427	-4.77632	-0.04025			
4	Pisauridae	<i>Dolomedes sp.</i>	2	0.561798	0.005618	-5.18178	-0.02911			
5	Tetragnathidae	<i>Leucauge sp.</i>	2	0.561798	0.005618	-5.18178	-0.02911			
6	Thomisidae	<i>Thomisidae sp 1</i>	3	0.842697	0.008427	-4.77632	-0.04025			
7	Lycosidae	<i>Lycosa sp.</i>	7	1.966292	0.019663	-3.92902	-0.07726			
8	Lycosidae	<i>Oxyopes javanus</i>	5	1.404494	0.014045	-4.26549	-0.05991			
9	Staphylinidae	<i>Paederus fuscipes</i>	6	1.685393	0.016854	-4.08317	-0.06882			
10	Carabidae	<i>Ophionea indica</i>	5	1.404494	0.014045	-4.26549	-0.05991			
11	Coccinellidae	<i>Coelophora inaequalis</i>	10	2.808989	0.02809	-3.57235	-0.10035			
12	Coccinellidae	<i>Micraspis lineata</i>	8	2.247191	0.022472	-3.79549	-0.08529			
13	Carabidae	<i>Stenolophus sp.</i>	17	4.775281	0.047753	-3.04172	-0.14525			
14	Coccinellidae	<i>Larva Coccinellidae sp. 1</i>	6	1.685393	0.016854	-4.08317	-0.06882			
15	Coccinellidae	<i>Harmonia sp.</i>	13	3.651685	0.036517	-3.30998	-0.12087			
16	Coccinellidae	<i>Menochilus sexmaculatus</i>	3	0.842697	0.008427	-4.77632	-0.04025			
17	Coccinellidae	<i>Henosepilachna sparsa</i>	22	6.179775	0.061798	-2.78389	-0.17204			
18	Coccinellidae	<i>Micraspis sp</i>	13	3.651685	0.036517	-3.30998	-0.12087			
19	Apidae	<i>Nomada goodentiana</i>	3	0.842697	0.008427	-4.77632	-0.04025			
20	Pentatomidae	<i>Euschistus sp</i>	4	1.123596	0.011236	-4.48864	-0.05043			
21	Lygaeidae	<i>Spilostethus hospes</i>	3	0.842697	0.008427	-4.77632	-0.04025			
22	Pentatomidae	<i>Andralius spinides</i>	24	6.741573	0.067416	-2.69688	-0.18181			
23	Coenagrionidae	<i>Agriocnemis pygmaea</i>	23	6.460674	0.064607	-2.73944	-0.17699			
24	Libellulidae	<i>Crocothemis servilia</i>	23	6.460674	0.064607	-2.73944	-0.17699			
25	Libellulidae	<i>Diplacodes trivialis</i>	22	6.179775	0.061798	-2.78389	-0.17204			
26	Libellulidae	<i>Orthetrum sabina</i>	15	4.213483	0.042135	-3.16688	-0.13344			
27	Libellulidae	<i>Orthetrum Sabina</i>	24	6.741573	0.067416	-2.69688	-0.18181			
28	Tettigoniidae	<i>Anaxipha longipennis</i>	9	2.52809	0.025281	-3.67771	-0.09298			
29	Tettigoniidae	<i>Conocephalus longipennis</i>	21	5.898876	0.058989	-2.83041	-0.16696			
30	Mantidae	<i>Hierodula venosa</i>	7	1.966292	0.019663	-3.92902	-0.07726			
31	Gryllotalpidae	<i>Gryllotalpa orientalis</i>	6	1.685393	0.016854	-4.08317	-0.06882			
32	Gryllidae	<i>Methioche vittaticollis</i>	11	3.089888	0.030899	-3.47704	-0.10744			
33	Mantidae	<i>Tenodera sp</i>	2	0.561798	0.005618	-5.18178	-0.02911			
		Σ	356	100	1					

Fase Generatif										
No	Famili	Spesies	Jumlah	Di (%)	pi	LN pi	pi LN pi	Σ pi LN pi	H'	E
1	Tetragnathidae	<i>Tetragnatha maxillosa</i>	24	6.575342	0.065753	-2.72184	-0.17897	-3.25699	3.256994	0.931499
2	Tetragnathidae	<i>Tetragnatha javana</i>	3	0.821918	0.008219	-4.80129	-0.03946			
3	Araneidae	<i>Singa sp.</i>	2	0.547945	0.005479	-5.20675	-0.02853			
4	Pisauridae	<i>Dolomedes sp.</i>	3	0.821918	0.008219	-4.80129	-0.03946			
5	Tetragnathidae	<i>Leucauge sp.</i>	5	1.369863	0.013699	-4.29046	-0.05877			
6	Thomisidae	<i>Thomisidae sp 1</i>	1	0.273973	0.00274	-5.8999	-0.01616			
7	Lycosidae	<i>Lycosa sp.</i>	8	2.191781	0.021918	-3.82046	-0.08374			
8	Lycosidae	<i>Oxyopes javanus</i>	2	0.547945	0.005479	-5.20675	-0.02853			
9	Staphylinidae	<i>Paederus fuscipes</i>	5	1.369863	0.013699	-4.29046	-0.05877			
10	Carabidae	<i>Ophionea indica</i>	12	3.287671	0.032877	-3.41499	-0.11227			
11	Coccinellidae	<i>Coelophora inaequalis</i>	15	4.109589	0.041096	-3.19185	-0.13117			
12	Coccinellidae	<i>Micraspis lineata</i>	7	1.917808	0.019178	-3.95399	-0.07583			
13	Carabidae	<i>Stenolophus sp.</i>	13	3.561644	0.035616	-3.33495	-0.11878			
14	Coccinellidae	<i>Larva Coccinellidae sp.1</i>	8	2.191781	0.021918	-3.82046	-0.08374			
15	Coccinellidae	<i>Harmonia sp.</i>	26	7.123288	0.071233	-2.6418	-0.18818			
16	Coccinellidae	<i>Menochilus sexmaculatus</i>	4	1.09589	0.010959	-4.5136	-0.04946			
17	Coccinellidae	<i>Henosepilachna sparsa</i>	18	4.931507	0.049315	-3.00953	-0.14841			
18	Coccinellidae	<i>Micraspis sp</i>	19	5.205479	0.052055	-2.95546	-0.15385			
19	Apidae	<i>Nomada goodentana</i>	4	1.09589	0.010959	-4.5136	-0.04946			
20	Pentatomidae	<i>Euschistus sp</i>	6	1.643836	0.016438	-4.10814	-0.06753			
21	Lygaeidae	<i>Spilostethus hospes</i>	3	0.821918	0.008219	-4.80129	-0.03946			
22	Pentatomidae	<i>Andrallius spinides</i>	14	3.835616	0.038356	-3.26084	-0.12507			
23	Coenagrionidae	<i>Agrotocnemis pygmaea</i>	22	6.027397	0.060274	-2.80885	-0.1693			
24	Libellulidae	<i>Crocothemis servilia</i>	23	6.30137	0.063014	-2.7644	-0.1742			
25	Libellulidae	<i>Diplacodes trivialis</i>	21	5.753425	0.057534	-2.85537	-0.16428			
26	Libellulidae	<i>Orthetrum sabina</i>	20	5.479452	0.054795	-2.90417	-0.15913			
27	Libellulidae	<i>Orthetrum Sabina</i>	16	4.383562	0.043836	-3.12731	-0.13709			
28	Tettigoniidae	<i>Anaxipha longipennis</i>	8	2.191781	0.021918	-3.82046	-0.08374			
29	Tettigoniidae	<i>Conocephalus longipennis</i>	11	3.013699	0.030137	-3.502	-0.10554			
30	Mantidae	<i>Hierodula venosa</i>	9	2.465753	0.024658	-3.70267	-0.0913			
31	Gryllotalpidae	<i>Gryllotalpa orientalis</i>	16	4.383562	0.043836	-3.12731	-0.13709			
32	Gryllidae	<i>Methioche vittaticollis</i>	15	4.109589	0.041096	-3.19185	-0.13117			
33	Mantidae	<i>Tenodera sp</i>	2	0.547945	0.005479	-5.20675	-0.02853			
Σ			365	100	1					

Fase Reproduksi										
No	Famili	Spesies	Jumlah	Di (%)	pi	LN pi	pi LN pi	\sum pi LN pi	H'	E
1	Tetragnathidae	<i>Tetragnatha maxillosa</i>	1	1.639344	0.016393	-4.11087	-0.06739	1.88407	1.884074	0.592839
2	Tetragnathidae	<i>Tetragnatha javana</i>	1	1.639344	0.016393	0	0			
3	Araneidae	<i>Singa sp.</i>	1	1.639344	0.016393	0	0			
4	Pisauridae	<i>Dolomedes sp.</i>	1	1.639344	0.016393	0	0			
5	Tetragnathidae	<i>Leucauge sp.</i>	0	0	0	0	0			
6	Thomisidae	<i>Thomisidae sp 1</i>	2	3.278689	0.032787	0	0			
7	Lycosidae	<i>Lycosa sp.</i>	3	4.918033	0.04918	-3.01226	-0.14814			
8	Lycosidae	<i>Oxyopes javanus</i>	3	4.918033	0.04918	-3.01226	-0.14814			
9	Staphylinidae	<i>Paederus fuscipes</i>	2	3.278689	0.032787	-3.41773	-0.11206			
10	Carabidae	<i>Ophionea indica</i>	0	0	0	0	0			
11	Coccinellidae	<i>Coelophora inaequalis</i>	0	0	0	0	0			
12	Coccinellidae	<i>Micraspis lineata</i>	0	0	0	0	0			
13	Carabidae	<i>Stenolophus sp.</i>	1	1.639344	0.016393	0	0			
14	Coccinellidae	<i>Larva Coccinellidae sp.1</i>	1	1.639344	0.016393	0	0			
15	Coccinellidae	<i>Harmonia sp.</i>	0	0	0	0	0			
16	Coccinellidae	<i>Menochilus sexmaculatus</i>	0	0	0	0	0			
17	Coccinellidae	<i>Henosepilachna sparsa</i>	3	4.918033	0.04918	-3.01226	-0.14814			
18	Coccinellidae	<i>Micraspis sp</i>	1	1.639344	0.016393	-4.11087	-0.06739			
19	Apidae	<i>Nomada goodeniana</i>	5	8.196721	0.081967	0	0			
20	Pentatomidae	<i>Euschistus sp</i>	2	3.278689	0.032787	-3.41773	-0.11206			
21	Lygaeidae	<i>Spilostethus hospes</i>	1	1.639344	0.016393	0	0			
22	Pentatomidae	<i>Andrallus spinides</i>	0	0	0	0	0			
23	Coenagrionidae	<i>Agriocnemis pygmaea</i>	2	3.278689	0.032787	0	0			
24	Libellulidae	<i>Crocotthemis servilla</i>	4	6.557377	0.065574	-2.72458	-0.17866			
25	Libellulidae	<i>Diplacodes trivialis</i>	6	9.836066	0.098361	-2.31911	-0.22811			
26	Libellulidae	<i>Orthetrum sabina</i>	6	9.836066	0.098361	-2.31911	-0.22811			
27	Libellulidae	<i>Orthetrum Sabina</i>	8	13.11475	0.131148	-2.03143	-0.26642			
28	Tettigoniidae	<i>Anaxipha longipennis</i>	0	0	0	0	0			
29	Tettigoniidae	<i>Conocephalus</i>	0	0	0	0	0			
30	Mantidae	<i>Hierodula venosa</i>	2	3.278689	0.032787	-3.41773	-0.11206			
31	Gryllotalpidae	<i>Gryllotalpa orientalis</i>	3	4.918033	0.04918	0	0			
32	Gryllidae	<i>Methioche vittaticollis</i>	1	1.639344	0.016393	0	0			
33	Mantidae	<i>Tenodera sp</i>	1	1.639344	0.016393	-4.11087	-0.06739			
		Σ	61	100	1					

Lampiran 7. Tabel Keanekaragaman Spesies Parasitoid Berdasarkan Fase Pertumbuhan Tembakau pada Lahan Kontrol

Fase Vegetatif										
No	Famili	Spesies	Jumlah	Di (%)	pi	LN pi	pi LN pi	\sum pi LN pi	H'	E
1	Pipunculidae	<i>Pipunculus</i> sp.	47	38.84298	0.38843	-0.94564	-0.36732	-1.81111	1.81111	0.87096
2	Pyrrhocoridae	<i>Dysdercus cingulatus</i>	12	9.917355	0.099174	-2.31088	-0.22918			
3	Pentatomidae	<i>Euschistus servus</i>	13	10.7438	0.107438	-2.23084	-0.23968			
4	Ichneumonidae	<i>Charops brachypterum</i>	16	13.22314	0.132231	-2.0232	-0.26753			
5	Ichneumonidae	<i>Xanthoptimpla</i> sp.	9	7.438017	0.07438	-2.59857	-0.19328			
6	Ichneumonidae	<i>Charops</i> sp 1	9	7.438017	0.07438	-2.59857	-0.19328			
7	Ichneumonidae	<i>Amauromorpha</i> sp.	12	9.917355	0.099174	-2.31088	-0.22918			
8	Chrysomelidae	<i>Altica</i> sp	3	2.479339	0.024793	-3.69718	-0.09167			
Σ			121	100	1					
Fase Generatif										
No	Famili	Spesies	Jumlah	Di (%)	pi	LN pi	pi LN pi	\sum pi LN pi	H'	E
1	Pipunculidae	<i>Pipunculus</i> sp.	59	34.30233	0.343023	-1.06996	-0.36702	-1.90053	1.900535	0.913964
2	Pyrrhocoridae	<i>Dysdercus cingulatus</i>	10	5.813953	0.05814	-2.84491	-0.1654			
3	Pentatomidae	<i>Euschistus servus</i>	22	12.7907	0.127907	-2.05645	-0.26303			
4	Ichneumonidae	<i>Charops brachypterum</i>	15	8.72093	0.087209	-2.43944	-0.21274			
5	Ichneumonidae	<i>Xanthoptimpla</i> sp.	14	8.139535	0.081395	-2.50844	-0.20418			
6	Ichneumonidae	<i>Charops</i> sp 1	21	12.2093	0.122093	-2.10297	-0.25676			
7	Ichneumonidae	<i>Amauromorpha</i> sp.	18	10.46512	0.104651	-2.25712	-0.23621			
8	Chrysomelidae	<i>Altica</i> sp	13	7.55814	0.075581	-2.58255	-0.19519			
Σ			172	100	1					
Fase Vegetatif										
No	Famili	Spesies	Jumlah	Di (%)	pi	LN pi	pi LN pi	\sum pi LN pi	H'	E
1	Pipunculidae	<i>Pipunculus</i> sp.	24	42.10526	0.421053	-0.865	-0.36421	-1.80093	1.800929	0.866064
2	Pyrrhocoridae	<i>Dysdercus cingulatus</i>	5	8.77193	0.087719	-2.43361	-0.21347			
3	Pentatomidae	<i>Euschistus servus</i>	4	7.017544	0.070175	-2.65676	-0.18644			
4	Ichneumonidae	<i>Charops brachypterum</i>	4	7.017544	0.070175	-2.65676	-0.18644			
5	Ichneumonidae	<i>Xanthoptimpla</i> sp.	5	8.77193	0.087719	-2.43361	-0.21347			
6	Ichneumonidae	<i>Charops</i> sp 1	4	7.017544	0.070175	-2.65676	-0.18644			
7	Ichneumonidae	<i>Amauromorpha</i> sp.	6	10.52632	0.105263	-2.25129	-0.23698			
8	Chrysomelidae	<i>Altica</i> sp	5	8.77193	0.087719	-2.43361	-0.21347			
Σ			57	100	1					

Lampiran 8. Tabel Keanekaragaman Spesies Parasitoid Berdasarkan Fase Pertumbuhan Tembakau pada Lahan *Trap Crop*

Fase Vegetatif										
No	Famili	Spesies	Jumlah	Di (%)	pi	LN pi	pi LN pi	\sum pi LN pi	H'	E
1	Pipunculidae	<i>Pipunculus</i> sp.	47	38.84298	0.38843	-0.94564	-0.36732	-1.81111	1.81111	0.87096
2	Pyrrhocoridae	<i>Dysdercus cingulatus</i>	12	9.917355	0.099174	-2.31088	-0.22918			
3	Pentatomidae	<i>Euschistus servus</i>	13	10.7438	0.107438	-2.23084	-0.23968			
4	Ichneumonidae	<i>Charops brachypterum</i>	16	13.22314	0.132231	-2.0232	-0.26753			
5	Ichneumonidae	<i>Xanthopimpla</i> sp.	9	7.438017	0.07438	-2.59857	-0.19328			
6	Ichneumonidae	<i>Charops sp 1</i>	9	7.438017	0.07438	-2.59857	-0.19328			
7	Ichneumonidae	<i>Amauromorpha</i> sp.	12	9.917355	0.099174	-2.31088	-0.22918			
8	Chrysomelidae	<i>Alitica</i> sp	3	2.479339	0.024793	-3.69718	-0.09167			
Σ			121	100	1					

Fase Generatif										
No	Famili	Spesies	Jumlah	Di (%)	pi	LN pi	pi LN pi	\sum pi LN pi	H'	E
1	Pipunculidae	<i>Pipunculus</i> sp.	59	34.30233	0.343023	-1.06996	-0.36702	-1.90053	1.900535	0.913964
2	Pyrrhocoridae	<i>Dysdercus cingulatus</i>	10	5.813953	0.05814	-2.84491	-0.1654			
3	Pentatomidae	<i>Euschistus servus</i>	22	12.7907	0.127907	-2.05645	-0.26303			
4	Ichneumonidae	<i>Charops brachypterum</i>	15	8.72093	0.087209	-2.43944	-0.21274			
5	Ichneumonidae	<i>Xanthopimpla</i> sp.	14	8.139535	0.081395	-2.50844	-0.20418			
6	Ichneumonidae	<i>Charops sp 1</i>	21	12.2093	0.122093	-2.10297	-0.25676			
7	Ichneumonidae	<i>Amauromorpha</i> sp.	18	10.46512	0.104651	-2.25712	-0.23621			
8	Chrysomelidae	<i>Alitica</i> sp	13	7.55814	0.075581	-2.58255	-0.19519			
Σ			172	100	1					

Fase Vegetatif										
No	Famili	Spesies	Jumlah	Di (%)	pi	LN pi	pi LN pi	\sum pi LN pi	H'	E
1	Pipunculidae	<i>Pipunculus</i> sp.	24	42.10526	0.421053	-0.865	-0.36421	-1.80093	1.800929	0.866064
2	Pyrrhocoridae	<i>Dysdercus cingulatus</i>	5	8.77193	0.087719	-2.43361	-0.21347			
3	Pentatomidae	<i>Euschistus servus</i>	4	7.017544	0.070175	-2.65676	-0.18644			
4	Ichneumonidae	<i>Charops brachypterum</i>	4	7.017544	0.070175	-2.65676	-0.18644			
5	Ichneumonidae	<i>Xanthopimpla</i> sp.	5	8.77193	0.087719	-2.43361	-0.21347			
6	Ichneumonidae	<i>Charops sp 1</i>	4	7.017544	0.070175	-2.65676	-0.18644			
7	Ichneumonidae	<i>Amauromorpha</i> sp.	6	10.52632	0.105263	-2.25129	-0.23698			
8	Chrysomelidae	<i>Alitica</i> sp	5	8.77193	0.087719	-2.43361	-0.21347			
Σ			57	100	1					

Lampiran 9. Indeks Kesamaan Komunitas Morisita-Horn Pada fase : a. Vegetatif, b. Generatif, c. Reproduksi

Spesies	Plot 1 (a)	Plot 2 (b)	an*bn	an2	bn2	da	db	lmh
<i>Pipunculus sp.</i>	34	47	1598	1156	2209	0.194164	0.211256	0.988361
<i>Dysdercus cingulatus</i>	13	12	156	169	144			
<i>Euschistus servus</i>	14	13	182	196	169			
<i>Charops brachypterum</i>	14	16	224	196	256			
<i>Xanthopimpla sp.</i>	7	9	63	49	81			
<i>Charops brachypterum</i>	6	9	54	36	81			
<i>Amauromorpha sp.</i>	10	12	120	100	144			
<i>Altica sp</i>	1	3	3	1	9			
	99	121	2400	1903	3093			

Spesies	Plot 1 (a)	Plot 2 (b)	an*bn	an2	bn2	da	db	lmh
<i>Pipunculus sp.</i>	56	59	3304	3136	3481	0.199158	0.183207	0.99549
<i>Dysdercus cingulatus</i>	10	10	100	100	100			
<i>Euschistus servus</i>	20	22	440	400	484			
<i>Charops brachypterum</i>	14	15	210	196	225			
<i>Xanthopimpla sp.</i>	10	14	140	100	196			
<i>Charops brachypterum</i>	17	21	357	289	441			
<i>Amauromorpha sp.</i>	16	18	288	256	324			
<i>Altica sp</i>	8	13	104	64	169			
	151	172	4943	4541	5420			

Spesies	Plot 1 (a)	Plot 2 (b)	an*bn	an2	bn2	da	db	lmh
<i>Pipunculus sp.</i>	18	24	432	324	576	0.197917	0.22622345	0.992721
<i>Dysdercus cingulatus</i>	5	5	25	25	25			
<i>Euschistus servus</i>	4	4	16	16	16			
<i>Charops brachypterum</i>	3	4	12	9	16			
<i>Xanthopimpla sp.</i>	4	5	20	16	25			
<i>Charops brachypterum</i>	4	4	16	16	16			
<i>Amauromorpha sp.</i>	5	6	30	25	36			
<i>Altica sp</i>	5	5	25	25	25			
	48	57	576	456	735			

Lampiran 10. Tabel Kolerasi antara Predator dan Herbivora

Correlations

		predator	herbivora
predator	Pearson Correlation	1	.510**
	Sig. (2-tailed)		.004
	N	30	30
herbivora	Pearson Correlation	.510**	1
	Sig. (2-tailed)	.004	
	N	30	30

** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Coefficients^a

Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
	B	Std. Error	Beta		
1 (Constant)	16.081	4.494		3.578	.001
herbivora	1.226	.391	.510	3.135	.004

a. Dependent Variable: predator

$$\text{Predator} = 16.082 + (\text{herbivora} \times 1.226)$$

Correlations

		predator	herbivora
predator	Pearson Correlation	1	.362*
	Sig. (2-tailed)		.049
	N	30	30
herbivora	Pearson Correlation	.362*	1
	Sig. (2-tailed)	.049	
	N	30	30

*. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

Coefficients^a

Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
	B	Std. Error	Beta		
1 (Constant)	17.262	4.900		3.523	.001
herbivora	.490	.238	.362	2.057	.049

a. Dependent Variable: predator

$$\text{Predator} = 17.262 + (\text{herbivore} \times 0.490)$$

Lampiran 11. Tabel Kolerasi antara Parasitoid dan Herbivora

Correlations

		parasitoid	herbivora
parasitoid	Pearson Correlation	1	.263
	Sig. (2-tailed)		.161
	N	30	30
herbivora	Pearson Correlation	.263	1
	Sig. (2-tailed)	.161	
	N	30	30

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	9.569	1.909		5.013	.000
	herbivora	.239	.166	.263	1.440	.161

a. Dependent Variable: parasitoid

$$\text{Parasitoid} = 9.569 + (\text{herbivora} \times 0.239)$$

Correlations

		parasitoid	herbivora
parasitoid	Pearson Correlation	1	.152
	Sig. (2-tailed)		.422
	N	30	30
herbivora	Pearson Correlation	.152	1
	Sig. (2-tailed)	.422	
	N	30	30

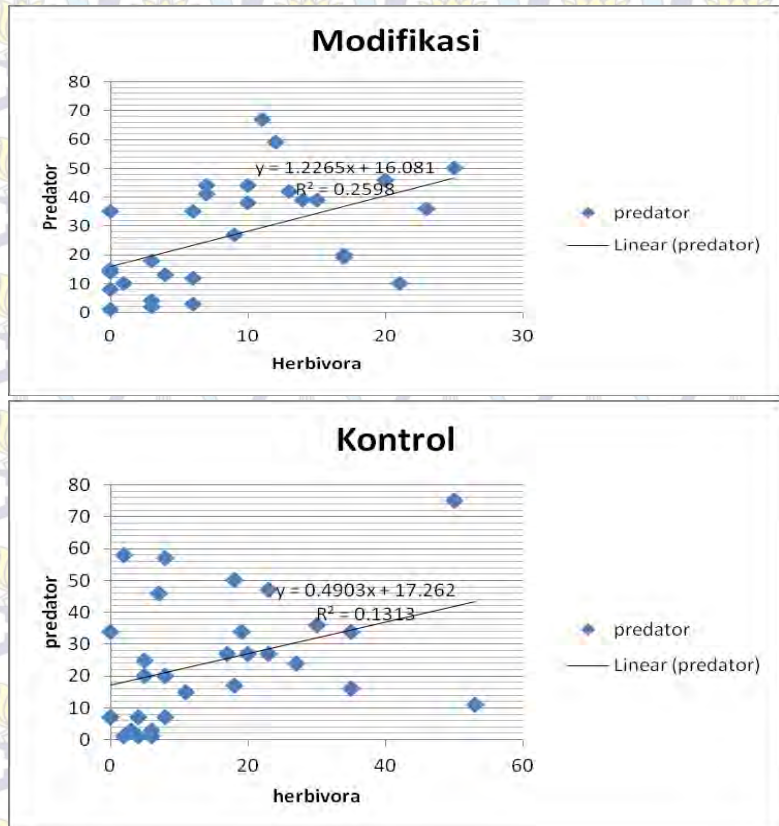
Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	8.943	1.792		4.991	.000
	herbivora	.071	.087	.152	.814	.422

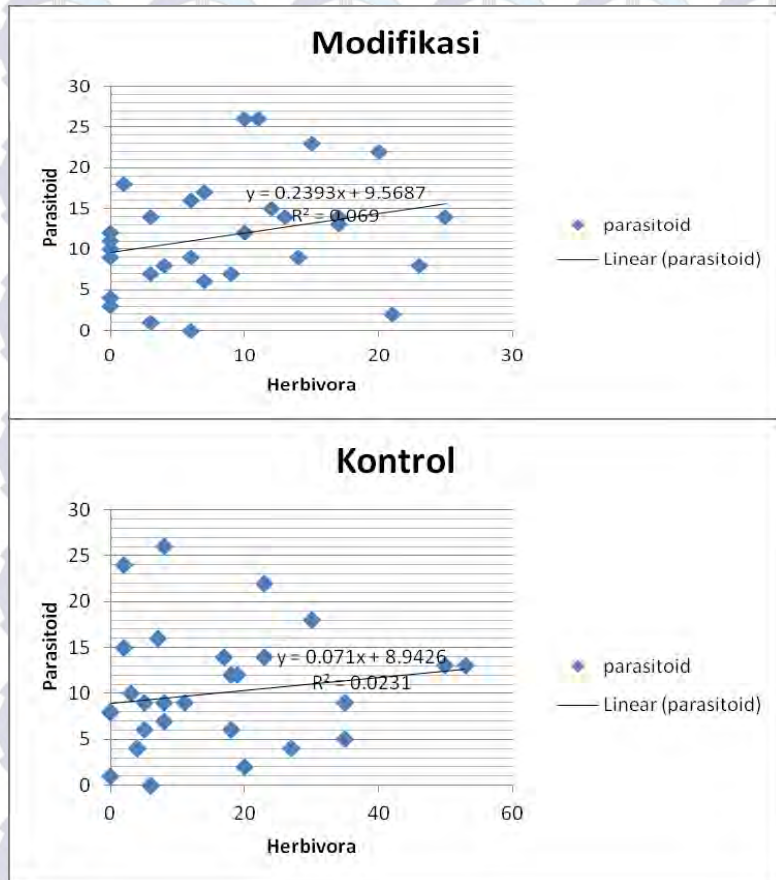
a. Dependent Variable: parasitoid

$$\text{Parasitoid} = 8.943 + (\text{herbivora} \times 0.071)$$

Lampiran 12. Nilai parameter Besar Pengaruh dan Plot Pola Hubungan arthropoda Predator dengan Herbivora pada lahan Trap Crop dan Kontrol



Lampiran 13. Nilai parameter Besar Pengaruh dan Plot Pola Hubungan arthropoda Parasitoid dengan Herbivora pada lahan Trap Crop dan Kontrol



Lampiran 14. Komposisi Arthropoda Herbivora

Ordo	Famili	Spesies/morfospesies	Jumlah Individu											
			Modifikasi				Kontrol				H. annuus			
			V	G	R	Σ	V	G	R	Σ	V	G	R	Σ
Coleoptera	Chrysomelidae	<i>Charidotella</i> sp. 2	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0
		<i>Diorhabda</i> sp1.	3	9	0	12	2	0	0	2	3	7	1	11
		<i>Aulacophora</i> sp.	0	0	0	0	4	0	0	4	0	3	4	7
		<i>Altica</i> sp.	0	0	0	0	1	0	0	1	2	2	0	4
		<i>Aulacophora indica</i>	1	0	0	1	1	0	0	1	2	3	0	5
		<i>Charidotella sexpunctata bicolor</i>	0	0	0	0	1	0	0	1	1	3	0	4
		<i>Diorhabda</i> sp2.	2	0	0	2	0	0	0	0	2	1	0	3
		Larva Chrysomelidae	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
		<i>Aphthona flava</i>	2	2	0	4	1	0	0	1	2	3	2	7
	Coccinellidae	<i>Henosepilachna sparsa</i>	7	5	0	12	16	0	0	16	10	7	0	17
		<i>Coelophora inaequalis</i>	0	2	0	2	4	0	0	4	1	6	0	7
		<i>Harmonia</i> sp.	0	6	0	6	7	0	0	7	2	8	4	14
		<i>Micraspis transversalis</i>	5	0	0	5	2	0	0	2	8	0	0	8
Diptera	Agromyzidae	<i>Liriomyza huidobrensis</i>	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	1
	Chamaemyiidae	<i>Chamaemyiidae</i> sp1.	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	3	4
	Calliphoridae	<i>Chrysomya megacephala</i>	2	1	0	3	9	0	0	9	9	3	0	12
	Dolichopodidae	<i>Chrysosoma leucopogon</i>	48	15	0	63	69	0	0	69	31	16	4	51
	Fanniidae	<i>Fanniidae</i> sp.	2	9	0	11	0	17	0	17	13	2	0	15
Hemiptera	Aleyrodidae	<i>Bemisia tabaci</i>	5	0	0	5	12	0	0	12	13	8	0	21
	Coreidae	<i>Leptoglossus corculis</i>	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1
	Aphididae	<i>Myzus persicae</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	19	19	0	38
	Alydidae	<i>Leotocoris oratorius</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2
	Pentatomidae	<i>Euschistus servus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
	Membracidae	<i>Leptocentrus taurus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
Homoptera	Cicadellidae	<i>Recilia dorsalis</i>	10	0	0	10	4	0	0	4	9	0	2	11
Lepidoptera	Hesperiidae	<i>Potanthus</i> sp.	0	0	0	0	7	2	0	9	6	1	0	7
	Noctuidae	Larva Spodoptera litura	3	0	0	3	35	2	0	37	0	0	0	0
		<i>Argyrogramma signata</i>	2	6	0	8	0	0	0	0	1	1	0	2
		<i>Heliothis virescens</i>	5	2	0	7	11	9	0	20	5	3	3	11
		<i>Agrotis ipsilon</i>	1	0	0	1	1	0	0	1	2	0	0	2
		<i>Helicoverpa assuita</i>	3	3	0	6	6	18	0	24	11	5	0	16
		<i>Spodoptera litura</i>	3	3	0	6	11	22	0	33	1	0	0	1
		<i>Helicoverpa armigera</i>	1	0	0	1	7	1	0	8	1	0	0	1
	Tineidae	<i>Setomorphia rutella</i>	0	0	0	0	0	2	0	2	1	0	0	1
Orthoptera	Acrididae	<i>Oxya velox</i>	10	12	2	24	5	0	5	10	4	3	3	10
		<i>Oxya chinensis</i>	1	5	0	6	2	0	3	5	0	0	0	0
		<i>Valanga nigricornis</i>	1	0	0	1	0	1	2	3	1	0	1	2
		<i>Locusta migratoria</i>	2	2	0	4	0	5	4	9	1	0	0	1
	Gryllidae	<i>Brachytrypes portentosus</i>	2	10	0	12	0	13	0	13	1	7	0	8
	Pyrgomorphidae	<i>Tagasta marginella</i> 1	0	0	2	2	0	1	3	4	0	1	0	1
		<i>Tagasta marginella</i> 2	4	3	4	11	7	0	1	8	9	0	0	9
	Tetrigidae	<i>Tetrix</i> sp.	13	1	0	14	19	0	3	22	4	0	2	6
TOTAL INDIVIDU PER FASE			140	97	8	245	246	93	21	360	180	114	29	323

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Data arthropoda Predator pada lahan Kontrol per HST	77
Lampiran 2. Data arthropoda Predator pada lahan <i>Trap Crop</i> per HST	78
Lampiran 3. Data arthropoda Predator pada lahan Kontrol per HST	79
Lampiran 4. Data arthropoda Parasitoid pada lahan <i>Trap Crop</i> per HST	79
Lampiran 5. Tabel Keanekaragaman Spesies Predator Berdasarkan Fase Pertumbuhan Tembakau pada Lahan Kontrol	80
Lampiran 6. Tabel Keanekaragaman Spesies Predator Berdasarkan Fase Pertumbuhan Tembakau pada Lahan <i>Trap Crop</i>	83
Lampiran 7. Tabel Keanekaragaman Spesies Parasitoid Berdasarkan Fase Pertumbuhan Tembakau pada Lahan Kontrol	86
Lampiran 8. Tabel Keanekaragaman Spesies Parasitoid Berdasarkan Fase Pertumbuhan Tembakau pada Lahan <i>Trap Crop</i>	87
Lampiran 9. Indeks Kesamaan Komunitas Morisita-Horn Pada fase : a. Vegetatif, b. Generatif, c. Reproduksi	88
Lampiran 10. Tabel Kolerasi antara Predator dan Herbivora	89
Lampiran 11. Tabel Kolerasi antara Parasitoid dan Herbivora	90
Lampiran 12. Nilai parameter Besar Pengaruh dan Plot Pola Hubungan arthropoda Predator dengan Herbivora pada lahan <i>Trap Crop</i>	

	dan Kontrol	91
Lampiran 13.	Nilai parameter Besar Pengaruh dan Plot Pola Hubungan arthropoda Parasitoid dengan Herbivora pada lahan Trap Crop dan Kontrol	92